

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 16
№4(62)
2023

**РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

Основан в 2008 году

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

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

Редакция не несет ответственности
за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать
с позицией автора

Отпечатано в типографии

УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 20.12.2023.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonC. Печать офсетная.

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

Тираж 100 экз. Заказ 558.

ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.

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

Учредитель

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

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

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

Подписные индексы:

для индивидуальных подписчиков 01241

для ведомственных подписчиков 012412



FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Vol. 16, №4(62) 2023

Founder:

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

Editor-in-Chief:

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

Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



ISSN 2073-4794

Vol. 16
№4(62)
2023

**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 20.12.2023
Format 60x84/8. Offset paper.
NewtonC type. Offset printing.
Printed pages 11,16.
Publisher's signatures 12,80.
Circulation 100 copies. Order 558.
LP № 02330/89 of 3 March 2014
17, Kalvaryiskaya str., Minsk 220004

Subscription indexes
For individuals 01241
For legal entities 012412

Founder

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

Масанский С. Л. Межотраслевой метод в товароведных исследованиях деятельности по формированию ассортимента продуктов для школьного питания.....	6
Ловкис Л. К., Хаткевич Г. В. Экономика – ключевое условие дальнейшего развития продовольственной программы страны.....	25
Мазур А. М., Таразевич Е. В., Петюшев Н. Н. Современные тенденции развития безотходных технологий на перерабатывающих предприятиях АПК.....	30
Кошак Ж. В., Рыбкина Е. Е., Рыбаков И. М. Влияние минерального сырья на переваримость протеина и структурно-механические свойства комбикормов для форели.....	35
Ловкис З. В., Евтушевская Л. В., Гальго С. С. Подготовка технологии производств энергетического специализированного пищевого продукта.....	44
Уложина М. Ю., Евтушевская Л. В., Петюшев Н. Н., Гоман Д. И., Станкевич О. Н. Разработка низкобелковых безглютеновых картофелепродуктов и влияние их употребления на организм лабораторных животных	48
Зайченко Д. А., Петюшев Н. Н., Евтушевская Л. В., Уложина М. Ю., Гоман Д. И., Станкевич О. Н. Разработка двухстадийной технологии сушки ягод и фруктов	53
Яковлева М. Р., Никулина О. К., Колоскова О. В., Дымар О. В. Сравнительная оценка процессов электродиализа и электродеионизации	61
Ловкис З. В., Корзан С. И. Исследование барьерных свойств упаковочных материалов, определение жиропроницаемости	69
Покрашинская А. В. Оценка уровня качества макаронных изделий с внесением жмыха аронии черноплодной	76
Василевская М. Н., Машкова И. А., Прохорцова Т. В. Технологические аспекты использования нетрадиционного растительного сырья при разработке мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов.....	84
Боровая К. В., Лилишенцева А. Н. Оценка аутентичности апельсиновых соков.....	96

CONTENTS

Masansky S. L. Inter-industrial method in commodity research of activities for forming a range of products for school food	6
Lovkis L. K., Khatkevich G. V. Economy is a key condition for the further development of the country's food program.....	25
Mazur A. M., Tarazevich E. V., Petyushev N. N. Modern trends in the development of waste-free technologies at agricultural industrial processing enterprises	30
Koshak Zh. V., Rybkina E. E., Ribakov I. M. Influence of mineral raw materials on protein digestibility and structural and mechanical properties of compound feed for trout	35
Lovkis Z. V., Yevtushevskaya L. V., Galgo S. S. Preparation of technology for the production of energy specialized food product	44
Ulozhinova M. Yu., Evtushevskaya L. V., Petyushev N. N., Goman D. I., Stankevich O. N. Development of low-protein gluten-free potato products and the effect of their consumption on the body of laboratory animals.....	48
Zaichenko D. A., Petyushev N. N., Evtushevskaya L. V., Ulozhinova M. Yu., Homan D. I., Stankevich O. N. Development of a two-stage technology for drying berries and fruits	53
Yakovleva M. R., Nikulina O. K., Koloskova O. V., Dymar O. V. Comparative assessment of electrodialysis and electrodeionization processes.....	61
Lovkis Z. V., Korzan S. I. Investigation of barrier properties of packaging materials, determination of fat permeability	69
Pokrashinskaya A. V. Assessment of the quality level of pasta products with the introduction of chokeberry cake powder.....	76
Vasilevskaya M. N., Mashkova I. A., Prakhartsova T. V. Technological aspects of the use of non-traditional plant raw materials in the development of flour sweets with differentiated content of basic nutrients.....	84
Borovaya K. V., Lilishentseva A. N. Assessment of the authenticity of orange juices.....	96

УДК 642.58:658.5.011

Поступила в редакцию 11.08.2023
Received 11.08.2023

С. Л. Масанский

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», г. Могилев, Республика Беларусь***МЕЖОТРАСЛЕВОЙ МЕТОД В ТОВАРОВЕДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ АССОРТИМЕНТА ПРОДУКТОВ
ДЛЯ ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

Аннотация. Обосновано объективное начало межотраслевого метода в товароведных исследованиях деятельности по формированию ассортимента продуктов для школьного питания, базирующегося на общенаучных методах — системном и сравнения. Сформулированы предмет метода, цель, направления исследования и его ценность. В развитие теории метода получена и систематизирована информация для парного сравнительного анализа деятельности по формированию ассортимента продуктов для школьного питания по совокупности значимых факторов в системах организации школьного питания Беларуси и Финляндии. Предложена методика оценки рациональности ассортимента.

Ключевые слова: школьное питание, исследовательский метод, деятельность по формированию ассортимента, система межотраслевых связей, комплексный подход, сравнение с эталоном, рациональность.

S. L. Masansky

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Republic of Belarus***INTER-INDUSTRIAL METHOD IN COMMODITY RESEARCH OF
ACTIVITIES FOR FORMING A RANGE OF PRODUCTS FOR SCHOOL FOOD**

Abstract. The objective foundation of the interindustry method in commodity research related to the formation of the assortment of products for school nutrition, based on general scientific methods such as system and comparison, has been convincingly justified. The subject matter, goal, research directions, and value of the method have been formulated. In the development of the method theory, information has been obtained and systematized for pairwise comparative analysis of activities related to the formation of the assortment of products for school nutrition, considering a set of significant factors in the organizational systems of school nutrition in Belarus and Finland. A methodology for evaluating the rationality of the assortment has also been proposed.

Keywords: school nutrition, research method, assortment formation activities, inter-industrial system linkages, comprehensive approach, benchmarking, rationality.

Введение. Деятельность по организации школьного¹ питания в силу своей гетерогенности является комплексной. На практике для достижения общей цели ее осуществляют специалисты разных профессиональных областей, что, соответственно, предполагает междисциплинарное научное обеспечение на основе соответствующих методических знаний о данной предметной области.

Товароведение — наука об основополагающих характеристиках товаров, определяющих их потребительную ценность и факторах обеспечения этих характеристик [1, с. 7]. Среди основополагающих характеристик — ассортиментная. В данном случае характеристика ассортимента пищевых продуктов для организации школьного питания, их потребительских свойств является частью такого научного обеспечения. В широком смысле, товароведная деятельность — деятельность по формированию ассортимента, формированию и сохранению задан-

¹ Под школой в данном случае понимаются любые учебные заведения общего среднего образования, школьники, обучающиеся в этих заведениях.

ных потребительских свойств продуктов. Ассортимент в данном случае — набор блюд и продуктов, доступный школьнику для питания в течение учебного дня. По сути, представляет собой модель системы организации питания и управления в этой сфере в ее самом концентрированном выражении и сопровождается традиционным пожеланием — «Приятного аппетита!». Соответственно, деятельность по формированию ассортимента, является ключевой в системе организации питания. И как деятельность комплексная, должна учитывать взаимосвязи между всеми элементами для достижения цели ее функционирования.

Методы исследования межотраслевых связей в деятельности по формированию ассортимента продуктов для школьного питания недостаточно развиты, что обуславливает актуальность обращения к данной проблематике и их разработку. Как известно, метод — это совокупность приемов и операций практического и теоретического освоения действительности [2]. Основная функция метода — внутренняя организация и регулирование процесса познания или практического преобразования того или иного объекта [3].

Совершенно очевидно, что на общенаучном уровне в данном случае применим системный подход. Например, методология системного подхода в исследовании ассортимента используется для целей управления ассортиментом продукции пищевой промышленности в различных научных работах [4–6]. В отличие от метода, понятие «подход» определяет стратегическое направление научного исследования и означает некоторый исходный принцип, исходная позиция, основное положение или убеждение [7]. Можно констатировать тот факт, что в этих работах использовались методы теории систем для абстрактного моделирования объекта исследования с разной степенью его абстрагирования. Вместе с тем, разработанные в них модели, не достигают уровня «чистой» абстракции (в терминах [8]), при которой раскрываются отношения сущностей внутри объекта как единого без относительно к конкретно-практическим потребностям, что свойственно системному подходу. Система понимается как порядок, обуславливающий единство элементов [9]. Объяснение этому — изначальная практико-целевая установка авторов этих работ, которая в большей мере свойственна комплексному подходу. Такая установка считается рациональной. Применительно к исследованию ассортимента производимой в промышленности продукции комплексный подход рассматривается в работе [10]. Комплекс понимается как совокупность, сочетание предметов, действий, явлений или свойств, составляющих одно целое [11]. Комплексный подход — способ осуществления исследовательской и практической деятельности путем создания функциональной, «внешней» целостности объектов, приемов, методов для достижения запланированного результата. Подход имеет прагматически-нормативную ориентированность на конечный результат и приближает научный анализ к реальной практике [12].

Таким образом, учитывая объективно межотраслевой характер деятельности по формированию ассортимента, в качестве гипотезы выдвинуто предположение об объективности формирования межотраслевого метода товароведных исследований в рамках научной специальности 05.18.15 — Технология и товароведение пищевых продуктов, продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания. В частности, метода, направленного на исследование межотраслевых связей в деятельности по формированию рационального ассортимента продуктов для школьного питания как комплексной деятельности.

Развитие любого исследовательского метода предусматривает накопление предварительных знаний о познаваемом объекте, знаний о его специфике, о сущностных свойствах, прежде чем эти знания обретут характер нормативности, предписательности и будут выполнять функцию метода как метода познания. В этом смысле практически любой фрагмент теоретического знания может выполнять методологическую функцию [13].

Прагматическая цель работы — совершенствование в Республике Беларусь организации школьного питания и управления в этой сфере.

Общая научная задача исследования — обоснование объективности межотраслевого метода в товароведных исследованиях деятельности по формированию рационального ассортимента продуктов для школьного питания и развитие его теории.

Материалы и методы исследования. Общенаучные методы исследования — системный, сравнения, в частности, сравнения с эталоном [14, 9], отбор, анализ, систематизация и логическое обобщение тематической информации.

На общетеоретическом уровне использовались идеи А.А. Богданова об организационном (технологическом) мышлении и организованном комплексе [15].

При разработке методологических подходов к исследованию межотраслевых связей в деятельности по формированию ассортимента использовались положения теории межотраслевых связей Ю.А. Челышева [16].

Оценка рациональности ассортимента базировалась на идее процедурной рациональности Герберта Саймона, согласно которой качество решения со значительной вероятностью определяется высоким качеством (рациональностью) процедуры принятия решения [17]; процессной модели организационных изменений Курта Левина, выражающей принцип непрерывности и взаимосвязанности процесса управления изменениями [18].

Выбор в методологических целях в качестве эталона для сравнения опыта организации школьного питания в Финляндии обусловлен объективными оценками счастья, удовлетворенности жизнью и психологического благополучия финских детей и подростков. Финляндия традиционно находится в верхних строчках глобальных рейтингов среди лучших в мире стран для детей Global Childhood Report¹ (Глобальный отчет о детстве), KidsRights Index² (Индекс прав детей), в последние годы занимает первое место в рейтинге World Happiness Report³ (Всемирный доклад о счастье) публикуемом под эгидой ООН. Финское школьное образование — одно из самых лучших в мире по данным международной программы оценки качества образования PISA⁴.

Результаты исследований и их обсуждение. Представленные ниже логические рассуждения направлены на развитие теории заявляемого межотраслевого метода товароведных исследований ассортимента продуктов для школьного питания, которые дополняют представленные в более ранних собственных публикациях [19–22]. В частности, в работе [22] обосновано представление о системной организации межотраслевых связей в деятельности по формированию ассортимента продуктов для школьного питания, обеспечивающей достижение его рациональности. Понятие «межотраслевые связи» раскрывается как функциональные связи между различными видами деятельности по формированию ассортимента, осуществляемой в системе организации школьного питания специалистами разных профессиональных отраслей. При решении задач по обеспечению заданного состояния системы функциональные связи могут проявляться как взаимодействие, взаимовлияние, взаимозависимость, ограничение, исключение, дополнение, корректирование, уточнение и др.

Показано, что изучение межотраслевых связей в процессе деятельности по формированию ассортимента как системы — объективная необходимость и вытекает из внутреннего строения самой системы организации школьного питания и управления в этой сфере. Приведен ряд взаимосвязанных системных признаков, которыми может быть выражена специфика деятельности по формированию ассортимента. В частности, признаком применения в деятельности взаимосогласованных приемов и методов межотраслевого характера. Например, педагогико-нутрициолого-технологических методов формирования пищевого поведения в различных его аспектах, педагогико-технологических методов повышения уровня съедаемости, нутрициолого-технологических методов обеспечения полезности еды, метода доказательно-го регулирования при внедрении нормативных требований и др.

Основной целью существования или предназначением системы межотраслевых связей в процессе деятельности по формированию ассортимента является обеспечение межэлементной (межотраслевой) связи между отдельными отраслевыми функциями деятельности по формированию ассортимента. Другими словами — упорядочение функциональных отношений в указанной деятельности для разрешения противоречий в системе организации школьного питания.

Среди актуальных проблем, решение которых возможно только на межотраслевой основе, можно выделить следующие:

1. Проблема несоответствия денежных норм натуральным, которые отражают физиологические нормы и являются предметом санитарного контроля. Фактически решение этой проблемы в настоящее время спущено на оперативный уровень директоров школ, технологов, которые «в одиночку» эту проблему не решают, т.к. не обладают необходимыми для этого ресурсами. Требуется участие санитарной службы в части установления адекватных бюджету норм. Прежде всего, норм на одноразовое питание, которое получают в школе

¹ Global Childhood Report 2019: Changing lives in our lifetime // Save the Children [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.savethechildren.ne>. — Дата доступа: 01.08.2023

² Kidsrights Index 2023 // KidsRights [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kidsrights.org/research/kidsrights-index/> — Дата доступа: 01.08. 2023

³ World Happiness Report 2023 // World Happiness Report [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://worldhappiness.report/ed/2023/world-happiness-trust-and-social-connections-in-times-of-crisis/#ranking-of-happiness-2020-2022> — Дата доступа: 01.08.2023

⁴ Finland and PISA // Ministry of Education and Culture [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://okm.fi/en/pisa-en> — Дата доступа: 01.08.2023

порядка 80% обучающихся. А также соответствующее участие в решении проблемы школы и родителей.

2. Проблема обеспечения вкуса еды, от чего зависит уровень отходов. Вкус не только «букет» сенсорный впечатлений от блюда, но и сформированное пищевое поведение. Необходимо целенаправленно формировать такое поведение и, соответственно, участие педагогов, а также медиков в части обоснования перечня вкусовых ингредиентов для формирования вкуса и аромата блюд и продуктов.

3. Проблема пищевого образования, формирования правильного пищевого поведения, способности к выбору продуктов здорового питания в настоящем и будущем (после окончания школы). Необходимо, чтобы само питание было практикой, т.е. частью учебного процесса с участием технологов, поваров и медиков.

4. Проблема обеспечения разнообразия питания. В рамках сложившейся двухнедельной цикличности питания эта проблема «в одиночку» технологами не разрешима. Необходима непрерывная обратная связь со школьниками и учителями, позволяющая корректировать меню. Требуется иной формат и горизонт планирования, порядок согласования рационов с санитарной службой и медицинскими специалистами.

5. Проблема организации питания в заданное (после 11.00) и ограниченное (в течение 2–3 перерывов) время. Предлагаемые меры по увеличению площади обеденных залов (до 35%) во вновь строящихся школах связаны с необходимостью в дополнительных ресурсах и рассчитаны на перспективу. Меры по увеличению количества мест в залах столовых (уплотнение) в существующих — с рисками в части безопасности, с излишней торопливостью, шумом из-за скученности во время приема пищи и др. Необходимо найти соответствующий баланс между расписанием учебного процесса и графиком питания в существующих условиях школы. Прием пищи — может являться тем же уроком, направленным на формирование правильного пищевого поведения. Временем достаточной продолжительности для совместного общения между школьником и учителем в комфортной и спокойной обстановке. Для организации и наполнения такого урока необходимо комплексное профессиональное участие.

6. Проблема несоответствия потенциала пищевой промышленности, которая модернизирована в Республике Беларусь на самом высоком технологическом уровне, сложившейся практике использования в школьном питании производимой ее продукции. Использование специализированных продуктов (в т.ч. обогащенных) является очевидной ценностью, которую целенаправленно может обеспечить государство в системе организации школьного питания для повышения качества питания, корректировки пищевого статуса детей и подростков в ответ на неблагоприятные факторы внешней среды. Ассортимент таких продуктов важен в целях обучения детей устойчивому потреблению — как часть образовательной программы по формированию правильного пищевого поведения. Это способствует также сокращению издержек производства продукции общественного питания и затрат бюджета. Проблема комплексная и требует комплексного профессионального участия.

Актуальность изучения межотраслевых связей обусловлена также сложной структурой деятельности по формированию ассортимента. Структура является многоуровневой и межотраслевой одновременно. Рекурсивная модель представлена на рис. 1.

Предложенный в методологических целях подход к представлению о системной организации деятельности по формированию ассортимента предполагает в качестве структурных компонентов системы рассматривать три функциональные (профессиональные) области — педагогика, нутрициология, гостеприимство [21]. Взаимосвязи между элементами системы внутри каждой области (отрасли) характеризуются внутриотраслевыми связями, между ее компонентами (отраслями) — межотраслевыми. Внутриотраслевые и межотраслевые связи представляют собой парные категории как одно из выражений принципа единства и дифференциации, носят взаимообусловленный характер и не существуют друг без друга. Изменения в одних приводит к изменениям в других. Соответственно, актуальным является изучение не только отдельных компонентов системы, что осуществляется в рамках соответствующих научных дисциплин, но и изучение имеющихся взаимосвязей между ними. В данном случае — совокупность связей между элементами системы необходимо рассматривать как систему.

Представление о системе межотраслевых связей в деятельности по формированию ассортимента можно получить, анализируя ее уровневую организацию как систематизацию (приведение в порядок) существующего массива знаний о межотраслевых связях. Границы объекта исследования (рис. 1) должны включать деятельность, которая определяется факторами и методами формирования ассортимента как на государственном (институциональном) уровне, так и на уровне объектов общественного питания в их единстве.

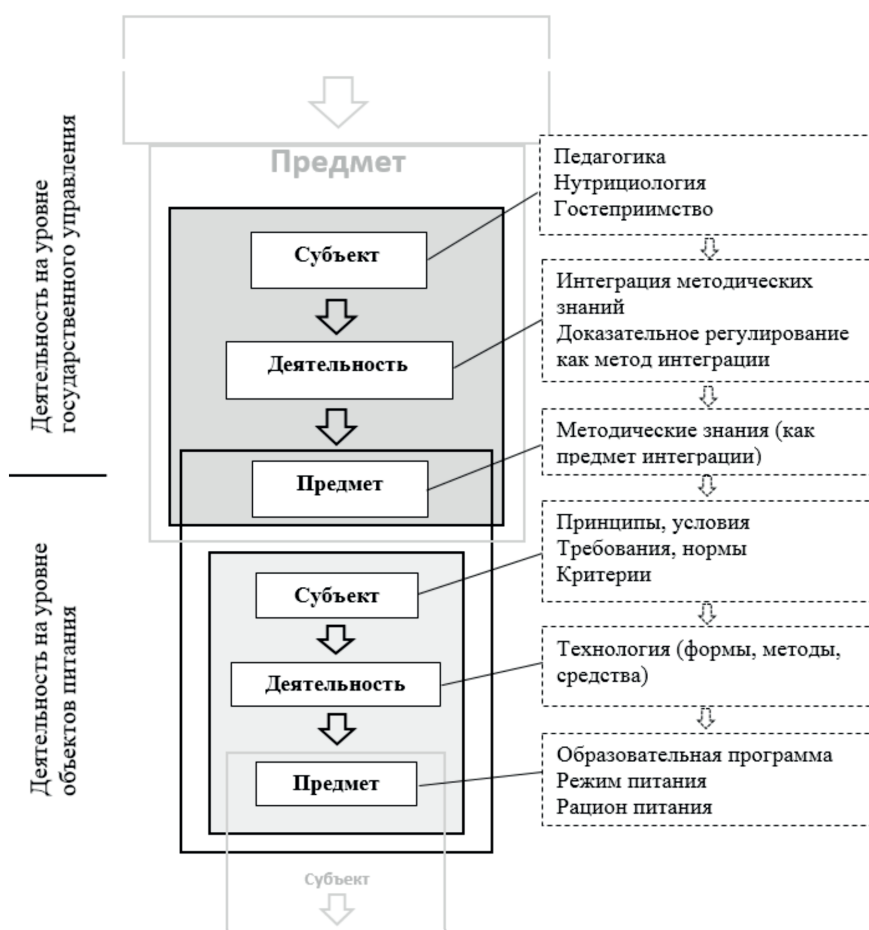


Рис. 1. Рекурсивная модель комплексной деятельности по организации школьного питания
Fig. 1. Recursive model of complex activity for organizing school food

На уровне образовательных учреждений система проявляется через практику формирования ассортимента продуктов в конкретных условиях учебных заведений, включая процессы планирования питания, организацию снабжения, организацию производства и обслуживания. На институциональном уровне система проявляется в процессе установления условий, норм, требований, принципов, определения ресурсов, способов, методов формирования ассортимента продуктов. Отсутствие на институциональном (государственном) уровне комплексного (межотраслевого) решения на основе интеграции отраслевых методических знаний неизбежно будет вызывать разбалансированность деятельности на уровне объектов школьного питания.

Таким образом, *предметом* межотраслевого метода могут выступать внутренний по отношению к объектам школьного питания и внешний к ним (институциональный) уровень межотраслевых связей в этой деятельности. Соответственно, *цель* метода состоит в описании практической товароведной деятельности по формированию ассортимента с учетом воздействия факторов и функций иных функциональных отраслей. В общем виде метод позволяет дать оценку закономерностям взаимного влияния различных отраслей в системе организации школьного питания.

Очевидно, что ценность научного анализа межотраслевых связей, прежде всего, должна проявляться в рационализации деятельности по формированию ассортимента в школах. В конечном итоге результат определяется съеденным обедом школьниками. Метод можно представить в качестве метода исследования практикоприменения на уровне объектов школьного питания требований, а также норм, принципов формирования ассортимента, вырабатываемых на институциональном уровне. С его помощью может быть оценена их эффективность на практике и выявлены препятствия для реализации. Вместе с тем, системный характер этой деятельности, определяющий ее рациональность, должен быть заложен на институциональном уровне.

Объективность рассмотрения вопросов системности в деятельности по формированию ассортимента и изучения межотраслевых связей при ее осуществлении обусловлена рядом факторов.

Во-первых, рассмотрение связей как системы позволяет увидеть целостность и взаимозависимость элементов, а также их влияние на функционирование системы в целом.

Во-вторых, практическая значимость представления о структуре деятельности по формированию ассортимента как системы межотраслевых связей в том, что данная структура отражает свойство действительности (практики), а ее анализ направлен на совершенствование практики. Важно не только внутриотраслевое строение компонентов системы (статика системы), но и нахождение компонентов в рамках комплекса — целостного и динамичного в восприятии образования (динамика системы). Категория «межотраслевые связи» как раз используется при анализе динамики того или иного проявления на практике.

В-третьих, ценность или полезность представляют не системы сами по себе, а их функции и результаты деятельности. Основанием (предпосылкой) исследуемых межотраслевых связей как функциональных выступает та или иная степень общности функций разных отраслей в системе организации питания. В этом смысле межотраслевые связи рассматриваются через функциональную взаимообусловленность и взаимную зависимость отраслевых методов и средств деятельности по формированию ассортимента с заданными показателями ее результативности. Соответствующие элементы системы изучаются в динамике с позиций их функций в системе. При любой трансформации функций в системе изменяться межотраслевые связи и наоборот.

Таким образом, можно утверждать, что категория «межотраслевые связи» используется при осуществлении научного анализа динамики того или иного явления в комплексной деятельности по формированию ассортимента. Категория, позволяющая учесть воздействие целого ряда разноотраслевых факторов на те или иные моноотраслевые явления. Это объясняет потребность в специальном методе товароведных исследований, как частнонаучном методе. Вместе с тем — методе междисциплинарном, если рассматривать соотношение теории товароведения с теориями других наук, обеспечивающих комплексную деятельность.

Метод должен представлять совокупность приемов и операций, применение которых предполагает знание специфики осваиваемой действительности, т.е. содержат в себе знания об объекте исследования как комплексной деятельности.

В рамках товароведных исследований деятельности по формированию ассортимента анализируются(-ю)тся:

- ♦ единство и дифференциация функций комплексной деятельности по формированию ассортимента в области технологии и товароведения пищевых продуктов, продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания с функциями других областей (отраслей) указанной деятельности;
- ♦ механизмы оптимизации межотраслевых связей товароведной деятельности по формированию ассортимента;
- ♦ взаимное влияние товароведной с иными отраслевыми составляющими комплексной деятельности по формированию ассортимента, включая формы такого влияния;
- ♦ особенности реализации товароведных средств деятельности по формированию ассортимента под влиянием факторов, лежащих в плоскости других отраслей;
- ♦ внутреннюю трансформацию товароведной составляющей под влиянием иных составляющих комплексной деятельности;
- ♦ специфика применения товароведных средств в иных сферах комплексной деятельности;
- ♦ проблематика эффективности применения товароведных средств в контексте их взаимодействия со средствами иных отраслей;
- ♦ проблематика межотраслевой медиации в деятельности по формированию ассортимента. Очевидно, что актуальным в рамках профессионального образования является формирование межпрофессиональной компетентности при подготовке специалистов для организации школьного питания;
- ♦ проблематика терминологического характера. Рассматривая межотраслевой комплекс в деятельности по формированию ассортимента, возникает необходимость в межотраслевом использовании различных терминов, относящихся к предметам разных отраслей. Объективно необходимо, чтобы термины, понятия и определения отдельных отраслей уточнялись и применялись в комплексе. Соответствующая совокупность терминов, определений, понятий также является условием для объективности исследовательского метода.

Наряду с общенаучным системным методом, в основе межотраслевого метода товароведных исследований должен рассматриваться метод сравнения. Как проявление общенаучного мето-

да, в товароведении широко используются специальные товароведные методы сравнительного анализа [1, с. 58]. В частности, методы экспертизы, когда за объект сравнения принимается соответствующая нормативная модель изучаемого объекта или экспертная. На данном этапе обоснования объективности обсуждаемого межотраслевого метода товароведных исследований задачей сравнительного анализа является накопление знаний о самом объекте исследования — деятельности по формированию ассортимента. В этом контексте для развития теории межотраслевого метода применим методический прием синтеза знаний с использованием понятия эталона системы. Эталон системы — это такой порядок, при котором структурные и функциональные особенности находятся в гармонии, т.е. в стройном и согласованном сочетании, что и позволяет максимально реализовывать законы существования системы [9].

Прагматической целью сравнения изучаемой системы с эталоном являются выработка управленческих решений для ее совершенствования. Построение эталона сама по себе сложная гносеологическая задача. Поэтому осуществлен поиск и обоснование системы с относительно высокой степенью идеальности (соответствия эталону), в качестве которой выступила система организации питания Финляндской Республики. Стабильность всей системы функционирования школьного питания в Финляндии является результатом ее организации на междисциплинарном уровне и эффективного сотрудничества между различными заинтересованными сторонами. В основе также 70-летний опыт организации бесплатного школьного питания, его глубокая преемственность и постоянное развитие¹. Логическое допущение основано на том, что сравнение с этой системой позволит целенаправленно воздействовать на структуру и функциональные особенности исследуемой системы организации школьного питания и управления в этой сфере в Республике Беларусь с целью совершенствования.

Для представления анализируемой в рамках метода сравнения информации предложен формат в виде (табл. 1), в которой систематизирована информация для парного сравнительного анализа деятельности по формированию ассортимента по совокупности значимых для нее факторов в системах организации школьного питания Беларуси и Финляндии. Строки, обозначенные буквой Б, содержат информацию об этой деятельности в Беларуси, буквой Ф — Финляндии. Факторы определены в результате предварительного анализа двух систем. Ссылки на источники информации о системе организации школьного питания Финляндии, приведенной (в табл. 1), даны в ранее опубликованной работе [19].

Таблица 1. Свод информации для парного сравнительного анализа деятельности по формированию ассортимента продуктов для школьного питания по совокупности значимых факторов

Table 1. An information aggregate for pairwise comparative analysis of activities in assortment formation for school food based on a set of significant factors

<i>1 Целеполагание в отношении школьного питания в законодательстве об образовании</i>	
Б	В соответствии с Кодексом Республики Беларусь об образовании учреждения образования должны создавать необходимые условия для организации питания обучающихся. Вопросы формирования здорового образа жизни, в том числе формирования правильных пищевых привычек, включены в содержание общего среднего образования, что отражено в образовательных стандартах, учебных программах и учебных пособиях по ряду учебных предметов. Особая роль отводится внеклассной работе по формированию правильного пищевого поведения учащихся. Работа должна проводиться в соответствии с утвержденной в каждой школе Комплексной системой мер, направленную на пропаганду здорового питания и формирование правильного пищевого поведения учащихся (далее Комплексной системой мер)
Ф	В соответствии с Основной учебной программой базового образования Финляндии предоставление школьного питания должно способствовать достижению целей, установленных для обучения, разностороннего развития и благополучия учеников. Питание как потребность не рассматривается только с точки зрения индивидуального здоровья — должна учитываться более широкая перспектива устойчивого развития. Не существует единственного способа питания, способствующего устойчивому благополучию
<i>2 Участие учителей в обучении и формировании правильного пищевого поведения</i>	
Б	В соответствии с Комплексной системой мер. Питание учащихся организуется по утвержденному руководителем учреждения образования графику под наблюдением педагогических работников (в 5 — 11-х классах — дежурного педагогического работника)

¹ School Meals for All [Электронный ресурс] // Opetushallitus. — Режим доступа: https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/um_casestudyfinland_schoolfeeding_june2019_netti.pdf. — Дата доступа: 09.11.2021.

Продолжение табл. 1

Ф	Закреплено в Национальной основной учебной программе базового образования как педагогическая деятельность, которая поддерживает цели образования, в том числе, направленные на изучение национальных традиций и обычаев (включена в педагогическую нагрузку). Принципиальными в Законе о базовом образовании являются положения о том, что для школьного обеда отводится достаточное время и что обед проводится под руководством взрослых. Руководство, поощрение, мотивация и хороший пример, подаваемый взрослыми, являются важными факторами, влияющими на то, едят ли дети и подростки полезные для здоровья блюда. Какими бы сбалансированными не было меню и насколько оно соответствовало рекомендациям, главный критерий результата — пища должна быть съедена. Рекомендуется, чтобы за обедом на каждые 35 учеников был хотя бы один взрослый, обедающий вместе за одним столом. Учитель поддерживает позитивную атмосферу, подает пример, побуждает, мотивирует, информирует, способствуя формированию правильного пищевого поведения. Учитель имеет право на денежную компенсацию, практически покрывающую стоимость обеда
<i>3 Практика вовлечения школьников в планирование меню, графика приема пищи, создания комфортной и функциональной среды в объектах питания</i>	
Б	На основе опыта, приобретенный в ходе эксперимента по организации школьного питания, школам рекомендовано регулярно проводить мониторинг удовлетворенности учащихся школьным питанием, изучение мнения (анкетный опрос) обучающихся и их родителей по вопросам организации питания
Ф	Организована на систематической основе как обязательная в каждой школе. Положение о том, что школьники влияют на содержание школьного питания, участвуют в его реализации и оценке закреплено в Законе о базовом образовании. Является элементом педагогической модели школьного питания
<i>4 Государственное регулирование деятельности по формированию ассортимента</i>	
Б	Осуществляется в части установления: количества приемов пищи в школе (до 3-х раз), состава блюд в каждый прием и распределения их в течение учебного дня; нормируемых показателей физиологической ценности рациона питания, пищевой ценности продуктов и блюд на основе теории сбалансированного питания; нормируемых показателей безопасности; нормируемого ассортимента из 33-36 групп продуктов и их количества в составе рациона питания; нормируемых критериев закупок продуктов на конкурсной основе; нормируемой стоимости питания
Ф	Осуществляется в части установления: одноразового приема пищи горячего питания (обеда), времени предоставления его в течение учебного дня и продолжительности, а также рекомендаций по организации дополнительного питания в виде закусок; рекомендуемых показателей физиологической ценности рациона питания, пищевой ценности продуктов и блюд в составе обеда на основе принципов устойчивого здорового питания; нормируемых показателей безопасности; рекомендуемой кратности использования в составе рациона питания 5-ти основных групп продуктов и их количества; нормируемых критериев закупок продуктов и услуг общественного питания на конкурсной основе
<i>5 Система управления организацией школьного питания</i>	
Б	Централизованная с целью установления единых требований и достижения заданной результативности управления. Ответственность за достижение результата лежит на школе и субъекте общественного питания
Ф	Децентрализованная с целью максимального использования местных сильных сторон, предоставив на местах самостоятельность и возложив ответственность за результат. На службе общественного питания лежит ответственность, чтобы ежедневное школьное меню соответствовало рекомендациям по питанию, было разнообразным и полным. Муниципалитет и школа несут ответственность за обеспечение и выделение достаточных ресурсов для организации питания, чтобы качество закупаемых продуктов питания и услуг соответствовало ключевым требованиям

Продолжение табл. 1

6 Система бюджетного финансирования организации питания	
Б	Финансирование частичное. Бесплатное питание по установленным денежным нормам предоставляется порядка школьников. Уровень бюджета — республиканский. Структурные подразделения местных исполнительных и распорядительных органов, осуществляющие государственно-властные полномочия в сфере образования, учреждения образования могут направлять на организацию питания средства, полученные от благотворительных фондов, общественных объединений, а также средства других источников, не запрещенных законодательством. Стоимость школьного рациона — фиксированная по всей республике
Ф	Финансирование полное (оценивается порядка в 8% от всех затрат на образование). Уровень бюджета — муниципальный. Стоимость школьного рациона — различается по регионам республики в зависимости от уровня издержек производства и обращения общественного питания на данной территории
7 Система государственного контроля	
Б	Цель контроля — обеспечить соблюдение установленных законодательством требований. Контроль (надзор) за организацией, качеством и безопасностью питания обучающихся, работой объектов общественного питания учреждений образования осуществляется органами и учреждениями государственного санитарного надзора, местными исполнительными и распорядительными органами, иными государственными органами в рамках своей компетенции в соответствии с законодательством. Осуществляется по плану их оперативной деятельности или другим основаниям. Непосредственно в объектах питания в контроле за качеством и безопасностью питания, соблюдением санитарно-эпидемиологических требований должны участвовать администрация учреждения, субъект общественного питания, медицинские работники в пределах своих функциональных обязанностей, советы по питанию, общественные советы
Ф	Цель контроля и надзора — убедиться, что ученики осознают важность приема пищи для своего благополучия — здоровья, бодрости, умения адаптироваться и взаимодействовать в коллективе, а также способны мотивированно осуществлять ее выбор. Контроль возложен на муниципалитеты и осуществляется на основе мониторинга. Сбор информации с заданной периодичностью стандартизирован по критериям в виде анкеты. Комплексные проверки школьной среды, в т.ч. в части организации школьного питания, осуществляются органами здравоохранения раз в три года. Санитарная служба осуществляет проверки без предварительного уведомления. Санитарные инспекторы (health inspector) контролируют соблюдение законодательства в области гигиены и безопасности пищевых продуктов. Надзор за качеством питания, качеством обслуживания и уровнем услуг в их компетенцию не входит. Надзор в этой части осуществляется непосредственно учебными заведениями, операторами общественного питания и муниципалитетами на основе мониторинга, проводимого в плановом порядке. В области гигиены и безопасности операторы общественного питания обязаны осуществлять самоконтроль в соответствии с планом самоконтроля. Наряду с профессиональным контролем специалистами общественного питания, контроль и надзор со стороны администрации школ осуществляет учитель домоводства
8 Система планирования питания	
Б	Горячее питание должно осуществляться по дневным (суточным) рационам на основе примерных двухнедельных рационов, разработанных учреждениями или субъектами общественного питания и утвержденных руководителем учреждения и субъекта общественного питания. Примерные двухнедельные рационы должны разрабатываться в соответствии с требованиями санитарных норм и правил на основании установленных норм физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных возрастных групп (от 7 до 11 лет, от 11 до 14 лет, от 14 до 17 лет) (в эксперименте — возрастных групп от 6 до 10 лет, от 11 до 18 лет) с учетом: установленных норм питания для детей в разных типах (видах) учреждений и денежные нормы расходов на питание; утвержденных в установленном порядке сборников технологических карт блюд и изделий (для детей раннего и дошкольного возраста, учреждений общего среднего и профессионально-технического образования, диетического питания), технологических карт фирменных (новых) блюд; сезонности (летне-осенний, зимне-весенний периоды); рационального распределения общей калорийности суточного рациона по приемам пищи; длительности пребывания в учреждении образования; разнообразия и сочетания пищевых продуктов; трудоемкость приготовления блюд. По результатам эксперимента в непереедкомкомплектованных школах рекомендуется предусматривать не менее 2-х вариантов рационов для возможности выбора блюд. Примерные рационы должны пройти гигиеническую экспертизу в установленном порядке.

Продолжение табл. 1

	На основе примерных двухнедельных рационов учреждениями или субъектами общественного питания разрабатываются дневные рационы, утвержденных руководителем учреждения и субъекта общественного питания. Ассортимент, выход блюд в рационах регламентируются. Питание детей должно быть щадящим по химическому составу и способам приготовления. Способами приготовления блюд должны преимущественно являться запекание, варение, приготовление на пару
Ф	Разработку меню в соответствии с рекомендациями по питанию, в т.ч. в части разнообразия и сбалансированности, осуществляет служба общественного питания и согласовывает на уровне школы. Питание планируется на три возрастные категории: дошкольный — 2 классы (6-9 лет); 3-6 классы (10-13 лет), 7-9 классы (14-16 лет). Для обеспечения вариативности и разнообразия меню применяется шести- или восьминедельная его ротация, учитывается сезонность. Используется: программное обеспечение для анализа питательных веществ в рационе питания; национальной базы данных о составе пищевых продуктов для расчета содержания питательных веществ в конкретных рецептах; стандартные рецепты Финской ассоциации кардиологов (обозначаются символом Heart Symbol); стандартные рецепты отдельных школьных столовых. При выборе блюд и продуктов питания необходимо учитывать аспект устойчивого развития. Диета, основанная на растительной пище, снижает нагрузку на окружающую среду, вызванную производством продовольствия. Экологически чистая диета отдает предпочтение домашним сезонным овощам, корнеплодам и бобовым в широком ассортименте, а потребление красного мяса не превышает рекомендуемого уровня. Выбор, поддерживающий устойчивое развитие, также включает местное зерно или гарниры из зерна вместо риса, а также использование рыбы, особенно озерной, рапсового масла и спредов, питьевой воды в качестве основного напитка. Производство и использование сырья высокого качества и пищевой ценности являются предпосылками для хорошего планирования меню и реализации школьного питания. Лица, отвечающие за организацию и закупку услуг школьного питания и сырья, несут ответственность за выделение достаточных ресурсов для производства высококачественных обедов, за соблюдение при конкурсных закупках рекомендаций по питанию и критериев качества питания
<i>9 Система оценки качества фактического питания</i>	
Б	Оценка осуществляется по результатам проверок и мониторинга на местах. Порядок оценки качества фактического питания не стандартизован. Области контроля не разграничены между санитарной службой, органами управления от образования и организациями общественного питания (за исключением области санитарной безопасности). Оценка дается по показателям соответствия действующему законодательству. Включены показатели: энергетическая ценность рационов питания; содержание в них белков, жиров, углеводов и соотношение между ними; нормы питания; режим питания; охват питанием; денежные нормы. Должен быть организован ежедневный учет расхода пищевых продуктов. Каждые 10 дней и по окончании месяца уполномоченным лицом учреждения (или медицинским работником в учреждениях с круглосуточным пребыванием детей) должен проводиться анализ выполнения норм питания. Выдача готовых блюд в объектах питания должна проводиться после проведения органолептической оценки качества блюд членами бракеражной комиссии с соответствующей записью в журнале по контролю за качеством пищи (бракеражном журнале). Ежедневно в учреждениях образования должен осуществляться отбор суточных проб каждого приготовленного блюда
Ф	Оценка качества фактического питания в школе дается по результатам мониторинга со стороны муниципалитетов и самооценки операторов общественного питания с использованием анкеты стандартизированной формы. Мониторинг осуществляется по показателям: показатели потребления блюд с высоким содержанием клетчатки, соли, растительного масла, овощей, фруктов и ягод — включают кратность включения в рацион тех или иных групп продуктов; показатели жирности пищи — включают оценку потребления жирного мяса, колбасных изделий, молочных продуктов, гарниров, блюдо с повышенной жирностью, рыбы; показатели солёности пищи — включают оценку потребления блюд и продуктов, содержащих соль; показатели коммуникации — включают оценку мероприятий по информированию потребителей; показатели посещаемости столовой; показатели отходов, оцениваемых по стандартизированной методике
<i>10 Система мониторинга посещаемости школьных столовых, фактического потребления продуктов питания</i>	
Б	Организована на уровне школ; обобщается для других уровней управления по запросу; в свободном доступе информации нет

Продолжение табл. 1

Ф	Организована на общереспубликанском уровне; проводится ежедневно, обобщается по установленному регламенту еженедельно и ежегодно на уровне школы, службы общественного питания, муниципалитета и национальном уровне; результаты в свободном доступе через интернет
<i>11 Система информирования о качестве услуг питания</i>	
Б	На систематической основе информация в свободном доступе не предоставляется
Ф	Информирование организовано в режиме свободного доступа на общереспубликанском уровне по каждой школе (технология big data), сбор данных и информирование осуществляется через интернет; специальное приложение позволяет каждому ученику давать оценку предлагаемым в меню блюдам в реальном времени
<i>12 Система информирования о безопасности услуг питания</i>	
Б	На систематической основе информирование не организовано
Ф	Организована в режиме свободного доступа на общереспубликанском уровне на постоянной основе; информация в стандартизированной форме по результатам мониторинга санитарной службой доступна через интернет по каждой столовой, а также размещается непосредственно в каждой столовой
<i>13 Система мониторинга отходов</i>	
Б	В каждой школе данные фиксируются и отражаются в журнале; практика свободного доступа к информации не организована
Ф	Организована на общереспубликанском уровне; процедура обязательная с установленной периодичностью и регламентом; информация в свободном доступе через интернет и в каждой столовой в виде «барометра потерь» Мониторинг пищевых потерь как на кухне, так и с тарелок является частью школьной программы экологического обучения и формирования правильного пищевого поведения. Ученики разных классов по очереди участвуют и выступают в роли ответственных операторов, отвечающих за минимизацию отходов В соответствии с концепцией «Оставленный обед» школа может продать любую оставшуюся еду
<i>14 Система информирования об углеродном следе от производства продуктов питания</i>	
Б	Информация не представляется
Ф	Информация доступна постоянно вместе с данными о пищевой ценности по всему ассортименту для формирования экологического мышления в целях экологического воспитания
<i>15 Автоматизированная система управления безопасностью по системе НАССР</i>	
Б	Организована локально в ручном режиме. В целях безопасности и контроля разрабатывается программа производственного контроля в каждой столовой и ведется порядка 15 журналов
Ф	Организована на общереспубликанском уровне на основе информационных технологий. Реализуется технология «безбумажной кухни»
<i>16 Автоматизированная система для разработки рационов питания, составления отчетов</i>	
Б	Организована с использованием программного обеспечения разных разработчиков
Ф	Организована на единой цифровой платформе
<i>17 Национальный банк данных о химическом составе пищевых продуктов</i>	
Б	Находится в стадии разработки; для планирования рационов питания используются таблицы химического состава продуктов, изданные в СССР
Ф	Создан; поддерживаются и ежегодно обновляются Институтом здоровья и благосостояния (THL)
<i>18 Система обмена опытом, нетворкинга и внедрения лучших практик в организацию питания</i>	
Б	Организована в деятельности Национального института образования, учебных заведений в рамках курсов повышения квалификации. Внедрение опыта в части содержания рационов питания, при разработке новых блюд, требует согласования с санитарной службой на местах в установленном порядке
Ф	Организована на общереспубликанском уровне на постоянной основе, используются различные специализированные интернет-ресурсы для сбора, обсуждения и распространения информации. Решение о внедрении опыта принимает служба общественного питания совместно со школой, при внедрении, или разработке новых блюд согласования с санитарной службой не требуется, должны учитываться установленные рекомендации в этой части

Продолжение табл. 1

<i>19 Система подбора, мотивирования и обучения персонала школьных столовых</i>	
Б	Организована; персонал школьных столовых должен иметь профессиональное образование в сфере общественного питания. Кадровая проблема является актуальной
Ф	Организована; персонал школьных столовых должен иметь профессиональное образование в сфере общественного питания. Кадровая проблема является актуальной. Ключевая задача — обеспечение необходимого профессионального уровня, создания условий для обучения и развития персонала, условий для самостоятельной работы, при которых они могли бы подвергать сомнению традиционные практики в организации питания и предлагать новые, более эффективные для данной школы, включая новые блюда, вкусы, приемы обслуживания. Это мотивирует персонал, способствует карьерному росту в профессии и позволяет решать кадровую проблему. Специальный Диплом школьного обеда (School Lunch Diploma) — с одной стороны инструмент самооценки (на основе стандартизированной анкеты), с другой — награда (присуждается Финской ассоциацией профессионалов общественного питания). Предназначен для того, чтобы повысить признание профессионалов, стоящих за школьными обедами, а также сделать школьное питание видимой частью общей деятельности в школе. Является подтверждением того, что школьное питание осуществляется в соответствии со стандартами качества и национальными целями
<i>20 Методическое обеспечение деятельности объектов школьного питания по формированию ассортимента блюд и продуктов в составе рационов</i>	
Б	Доводятся издаваемые ежегодно методические рекомендации, которые включают задачи деятельности и перечень из порядка 50 нормативных и иных правовых актов ее регламентирующих
Ф	Доводятся периодически обновляемые методические рекомендации, в которых в одном источнике сведены в доступной форме необходимые разъяснения практического применения на местах законов и нормативных актов
<i>21 Производственно-технологические условия для организации горячего питания</i>	
Б	Созданы в каждой школе. Осуществляется плановая поэтапная модернизация. Производственная деятельность осуществляется юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, иными организациями, осуществляющими общественное питание на территории Республики Беларусь, либо учреждениями образования в объектах общественного питания (столовые, столовые-раздаточные, буфеты, кафе), размещаемых, как правило, в учреждениях образования
Ф	Созданы в каждой школе. В школах, где имеются собственные кухни, производственную деятельность могут организовывать как сами учреждения образования, так и сторонние организации аутсорсеры. В больших городах организуются центральные кухонные системы, где еда готовится, либо частично или полностью, а потом развозит в школы
<i>22 Критерии качества рационов питания</i>	
Б	Предъявляются нормативные требования к содержанию белков, жиров, углеводов в абсолютном выражении, исходя из расчета их количества для каждого приема пищи от суточной потребности; оценивается энергетическая ценность по каждому приему пищи, исходя из рекомендуемого в сутки ее распределения; калорийность дневного рациона при 3 разовом питании должна обеспечиваться за счет белков — на 10–15 % от суточной потребности, жиров — на 30–32 %, углеводов — на 55–60 % (показатели оцениваются за один день и в среднем за неделю). В примерных двухнедельных рационах детей, получающих 2–3-разовое питание, молоко и кисломолочные напитки, масло растительное и масло из коровьего молока, сахар, мясо (птица), хлеб, крупа, овощи, свежие фрукты или соки (нектары) должны предусматриваться ежедневно, другие пищевые продукты (рыба, яйца, сыр, творог, сметана) — два–три раза в неделю. Допускаются отклонения +/-10 процентов от установленных норм питания в течение недели, месяца при условии выполнения по итогам месяца норм физиологических потребностей ребенка в энергии и пищевых веществах
Ф	Требования к содержанию белков, жиров, углеводов в абсолютном выражении не предъявляются. При формировании рациона питания на обед оценивается из расчета в среднем за неделю показатели: энергетическая ценность (ЭЦ); доля белка в ЭЦ (13–17 %); доля жира в ЭЦ (30–40 %); доля ненасыщенного жира в ЭЦ (10 %); доля углеводов в ЭЦ (45–50 %); содержание пищевых волокон; содержание соли.

Продолжение табл. 1

	А также кратность и количество следующих групп продуктов: красное мясо — максимум 1-2 раза в неделю (из расчета 350-400 г для младших и 400-500 г старших школьников в готовом виде в течение недели, включая домашнее питание за весь день); птица — 1-2 блюда в неделю; мясные продукты, колбасы — не чаще одного раза в неделю; рыба — 1-2 блюда в неделю; молоко, молочные продукты — ежедневно. Молоко обезжиренное, пахта, обогащенные витамином D, в каждый прием пищи (реализуется программа «Школьное молоко»); овощи — ежедневно, не менее 150 г на порцию к основному блюду. Фрукты свежие — ежедневно. Напитки на растительной основе и вода — ежедневно
<i>23 Состав меню</i>	
Б	В качестве горячего (второго) завтрака в учреждении образования могут использоваться закуска (салат), горячее блюдо (каша, омлет, запеканка, блинчики), горячий напиток. Обед должен включать закуску (салат), суп, горячее блюдо, сладкое блюдо (напиток) или сок. Полдник включает напиток, выпечку, фрукты, ужин — закуску (салат), горячее блюдо, горячий напиток. По согласованию с родительским комитетом из рациона обедов, за исключением санаторных школ-интернатов и общежитий учреждений образования, могут исключаться супы (полностью или в отдельные дни).
Ф	Модель сбалансированного школьного обеда включает следующие компоненты: свежие и вареные овощи — занимают половину тарелки; картофель, рис или макароны — четверть тарелки; рыба (по крайней мере один раз в неделю), или мясо (или бобы и ростки как часть вегетарианской диеты) — оставшаяся четверть тарелки; обезжиренное или полуобезжиренное молоко, ферментированное молоко; хлеб с растительным маргарином; ягоды или фрукты на десерт. вода для утоления жажды должна быть доступна всегда
<i>24 Критерии энергетической ценности школьного обеда и других приемов пищи</i>	
Б	30-35 % от суточной потребности. Энергетическая ценность обеда нормируется в среднем за сутки: для детей 6-9 лет — 715 ккал, 11-13 лет — 805 ккал, 14-17 лет — 880 ккал. По результатам эксперимента регламентирована для расчетов суточная потребность в энергии и пищевых веществах для возрастной группы 6-10 лет — 2100-2300 ккал, возрастной группы 11-18 лет — 2700 ккал. Другие приемы пищи: рационального распределения общей калорийности суточного рациона по приемам пищи: второй завтрак — 20–25 % от суточной потребности, полдник — 10–15 %
Ф	30% от суточной потребности. Энергетическая ценность обеда нормируется в среднем за неделю: для детей 6-9 лет — 550 ккал, 11-13 лет — 700 ккал, 14-17 лет — 850 ккал. Требования к энергетической ценности дополнительного приема пищи в виде закусок не предъявляются
<i>25 Критерии качества блюд и изделий</i>	
Б	Не должны использоваться пищевые продукты, не отвечающие принципам детской диететики (установлен перечень пищевых продуктов, не отвечающих принципам). Запрещено использование горчицы, хрена, перца красного и черного, уксуса, а также пищевых продуктов их содержащих
Ф	В составе блюд нормируется содержание жиров, в т.ч. насыщенных жиров; соли. Рекомендуются минимизировать использование рафинированного сахара без установления количественных критериев. В составе закусок — жиров, сахара, соли. Молоко / молочный напиток и пахта — обезжиренные, обогащенные витамином D; спреды используются взамен сливочного масла, обогащаются витаминами А и D. Взамен подсолнечного масла используется рапсовое. Ограничены (не запрещены) орехи, миндаль, семена. Кофе, чай (кроме фито-чая) исключены Разрешено для формирования вкуса использовать специи, пряные травы и семена, другие вкусовые ингредиенты: черный перец, белый перец, перец душистый, перец чили, уксус, винный уксус, чеснок, кориандр, куркума, тмин, корица, корень петрушки, орегано, тмин, имбирь, розмарин, базилик, лавровый лист, смеси специй
<i>26 Критерии закупки продуктов</i>	
Б	Приоритетными критериями являются стоимостные критерии (приоритетность стоимостных критериев в конкурсах по закупкам заложена в законе «О государственных закупках...»). При организации питания обучающихся может использоваться сельскохозяйственная продукция, заготовленная и выращенная на учебно-опытных участках (в хозяйствах), при наличии документов, подтверждающих ее качество и безопасность, и учитываемая по сформированной учреждением образования стоимости

Продолжение табл. 1

Ф	Приоритетными критериями являются критерии качества (70%), стоимостные критерии (30%). Среди критериев качества — стимулирующие закупку у местных производителей, закупку продукции органического земледелия, критерии, учитывающие изменения в привычках питания и ориентацию на растительную пищу
<i>27 Кратность приемов пищи</i>	
Б	Количество приемов пищи в учреждении для детей, в том числе дополнительные (второй завтрак и (или) полдник, второй ужин) к основным приемам, должно быть при пребывании от 3,5 до 6 часов — не менее одного (второй завтрак, либо обед, либо полдник), от 6 до 8 часов — не менее двух, от 8 до 10,5 часа — не менее трех. Детям, которые не находятся в группе продленного дня, должен предоставляться второй горячий завтрак или обед. По результатам эксперимента предложено: для учащихся 1-4 классов — второй завтрак, обед, ужин; учащихся 5-11 классов — обед, полдник, ужин (с учетом группы продленного дня с пребыванием в школе от 8 до 10,5 часов). Допускается организовывать буфеты, кафе и кафетерии в качестве дополнительного к горячему питания с реализацией (в целях профилактики макро- и микронутриентной недостаточности среди детей) согласованного с санитарной службой ассортимента. Ограничивается реализация в буфете отдельных мучных блюд (пиццы или смазенок или сосисок в тесте) до не более двух раз в неделю.
Ф	Предоставляется одноразовое горячее питание в виде одновариантного набора блюд без выбора, за исключением возможности выбора вегетарианских блюд, которые рекомендуется включать ежедневно. Дополнительное питание в виде закусок предлагается, если занятия продолжаются более трех часов после обеда (послеобеденные закуски подаются примерно в 30% финских школ). Ассортимент ориентирован на возможность ребенку самостоятельно собрать себе закуску, чтобы помочь детям научиться делать здоровый выбор. Хороший завтрак или перекус основан на овощах, фруктах, ягодах и цельнозерновых кашах, хлебе и хлебобулочных изделиях, богатых клетчаткой и низким содержанием соли, а также обезжиренных и нежирных молочных продуктах. Возможна продажа через торговые автоматы и киоски продуктов, полезных для здоровья и роста учащихся (решение об организации школа принимает самостоятельно). Безалкогольные напитки, соки, сладости и/или другие продукты с высоким содержанием добавленного сахара, соли или насыщенных жиров не подлежат продаже в школьной среде
<i>28 Продолжительность перерыва на обед</i>	
Б	15-20 минут (в соответствии с расписанием занятий)
Ф	30 и более минут. Кроме того, рекомендуется, чтобы учащиеся имели возможность проводить 10-15 минут на свежем воздухе, занимаясь физическими упражнениями до или после еды, в зависимости от того, что лучше всего подходит для повседневной работы школы и организации приемов пищи. Время приема пищи играет важную рекреационную роль и способствует достижению целей обучения — овладеть повседневным выбором продуктов питания, разнообразием альтернативных пищевых продуктов и их значением, стремясь к пищевой компетентности и формированию чувства еды
<i>29 График питания</i>	
Б	Начиная с перерыва между первым и вторым уроками. В рамках эксперимента — первый прием пищи через 2-2,5 часа после начала занятий
Ф	После 11.00. Для избегания очередей практикуется организация перерывов в шахматном порядке (on porrastetut), благодаря относительному смещению времени занятий для отдельных классов
<i>30 Методы обслуживания</i>	
Б	Для организации питания обучающихся могут использоваться: различные формы обслуживания (предварительный заказ блюд по меню завтрашнего дня, предварительная сервировка столов, предоставление отдельных блюд в многопорционной посуде и иные формы). В объектах питания для детей должны быть приняты меры по-быстрому и качественному обслуживанию детей и с возможностью выбора рационов (блюд). В обеденных залах для подачи хлеба используются хлебницы или пирожковые тарелки, для салатов — салатники (одно-, многопорционные) или закусочные тарелки. Обязательно наличие бумажных салфеток. Для раздачи супов могут использоваться супницы (на каждый обеденный стол), горячих напитков — чайники. Фрукты подаются в целом виде колиброванные. По результатам эксперимента рекомендуется использовать опыт по организации выбора салатов из 2-х наименований по типу шведского стола (аналогично соусов к отдельным блюдам).

Окончание табл. 1

Ф	Обслуживание осуществляется методом самообслуживания через раздаточную линию. Такой метод обоснован тем, что, начиная с дошкольного возраста, детям следует разрешать самим принимать пищу и самостоятельно определять размер порции, так как это будет способствовать нормальному развитию самоконтроля при приеме пищи. В последнее время распространяется опыт, при котором на линиях самообслуживания не используются подносы. Детям и подросткам даются рекомендации по составлению порции с использованием модели обеда. Модель в натуральном виде или в виде фотографии, цифрового изображения представлена на линии раздачи. Модель, распространяемая в электронном виде, может использоваться для информирования родителей и опекунов о составе школьного питания и для поощрения взаимодействия между домом и школой. Раздаточная линия должна быть организована таким образом, чтобы салаты/овощные гарниры можно было выбирать и класть на тарелку или поднос в начале линии. Разнообразные овощи, ягоды и фрукты в разных формах подаются на школьный обед и в качестве закусок, чтобы ученики могли выбрать разные вкусы и текстуры. Фрукты подают целыми и нарезанными. Овощи и фрукты, которые можно есть без приборов (руками), должны предлагаться (особенно в качестве перекусов). Отдельный прилавок для хлеба, установленный в конце линии раздачи, дает возможность предлагать разнообразный выбор хлеба. Не реже двух раз в неделю рекомендуется включать в ассортимент цельнозерновой хлеб. В конце линии размещают напитки в виде обезжиренного молока / молочных напитков и пахты, фортифицированных витамином D
<i>31 Удовлетворение индивидуальных потребностей в питании, связанных с медицинскими показаниями</i>	
Б	Удовлетворяется. Для детей, находящихся на диетическом (лечебном и профилактическом) питании, дневной (суточный) рацион подлежит коррекции в соответствии с рекомендациями врача-педиатра участкового (врача общей практики) на основании нормативных документов по диетическому (лечебному и профилактическому) питанию. В случае необходимости должны разрабатываться отдельные от общих рационы диетического (лечебного и профилактического) питания (для больных целиакией, фенилкетонурией, сахарным диабетом и других)
Ф	Удовлетворяется. Учащиеся, соблюдающие специальную диету по состоянию здоровья, должны быть обеспечены подходящим и безопасным питанием в школе. Если специальная диета является частью лечения болезни, требуется справка от школьной медсестры. Дети, страдающие заболеваниями, требующими постоянного диетического лечения, такими как диабет или целиакия, получают его на систематической основе
<i>32 Удовлетворение индивидуальных потребностей в питании, связанных с особенностями пищевого поведения или религиозными традициями</i>	
Б	Практика на систематической основе не организована
Ф	Практика организована на систематической основе. Предлагается вегетарианский комплекс или блюда на выбор (сопровождаются соответствующей маркировкой, например, «не содержит свинины»)

В практическом плане полученная в результате анализа информация далее может быть обработана, например, матричными методами, для подготовки и принятия целесообразных решений по совершенствованию практики. Необходимо заметить, что полученные знания в результате сравнения могут использоваться для аргументации в рамках доказательного регулирования — метода принятия управленческих решений, который следует рассматривать в кластере с заявленным межотраслевым методом. Как известно, доказательное регулирование предполагает 90% времени, отведенного на нормативный процесс, отводить на экспертизу и согласование нормативного документа, 10% — на его внедрение [23]. Есть основания предполагать, что несовершенство применяемых в настоящее время методов принятия управленческих решений в части формирования ассортимента — одна из актуальных проблем в этой деятельности.

В рамках данной публикации используем результаты анализа для обоснования методики оценки рациональности ассортимента продуктов для школьного питания в системе межотраслевых связей. Проблематика оценки рациональности ассортимента является одной из самых актуальных. Логический посыл для обоснования основан на том, что межотраслевой метод товароведных исследований позволит отразить в науке усиление комплексности в деятельности по формированию ассортимента, что означает необходимость выявления взаимосвязи и взаимообусловленности различных аспектов рациональности деятельности.

Как известно, комплексный подход базируется на инженерном типе рациональности, когда ее достижение определяется целями и развитием практики и основано на проектировании, конструировании как мыслительной деятельности [24]. Рациональность обобщает такие понятия как логичность, целесообразность, простота, эффективность, согласованность и рассматривается как характеристика деятельности — целенаправленной активности. Соответственно, цель деятельности становится основной характеристикой рациональности [25].

В качестве оценки рациональности ассортимента будем использовать оценку деятельности по формированию ассортимента в сравнении аналогичной деятельностью в эталонной системе. В данном случае более высокая степень соответствия эталонной системе означает в практическом плане переход к более совершенной организации деятельности по формированию ассортимента и, следовательно, к более высокой степени его рациональности.

Воспользуемся процедурой оценивания рациональности на основе сравнения с эталонном, описанной В.И. Моисеевым [26]. В соответствии с процедурой, оцениваемый показатель изучаемой системы X соотносится с соответствующим показателем эталонной системы E , в результате чего для X выясняется степень соответствия a эталону E :

$$X \text{ Bas } E = a,$$

где символ **Bas** обозначает процедуру сравнения.

В данном случае предлагаемая методика предусматривает определение значений степени соответствия a по совокупности показателей эталона сравнения E , в качестве которого выступает система организации школьного питания Финляндии. Разработана в целях методики номенклатура показателей, показатели выражены следующими утверждениями, которые характеризуют действия по отношению к объекту исследования (табл. 2). При сравнении по каждому показателю степень соответствия a принимает значение, равное 1 или 0. Соответственно, единица, если утверждение по отношению к системе X справедливо («да»), ноль — если не справедливо («нет»).

Полученные значения a суммируются и как интегрированный показатель рациональности системы X рассчитывается степень ее соответствия системе E .

Таблица 2. Номенклатура показателей для оценки рациональности ассортимента продуктов для школьного питания
Table 2. Nomenclature of indicators for assessing the rationality of product assortment for school food

№	Показатель / утверждение	Оценка	
		«да» 1	«нет» 0
1	Деятельность по формированию ассортимента продуктов и образовательная деятельность по формированию культуры питания у обучающихся взаимосогласованы и взаимообусловлены на принципах устойчивого здорового питания		
2	Является обязательным условием участие на систематической основе учащихся в формировании ассортимента продуктов в составе рациона питания и оценке его качества		
3	Созданы условия для формирования ассортимента с учетом местной культуры питания, мультикультурных и этнических традиций		
4	В качестве необходимых и достаточных критериев пищевой ценности ассортимента продуктов в составе рациона питания приняты средние значения за неделю показателей энергетической ценности рациона (с допустимым отклонением от среднего до 10%), доли белков, жиров, в т.ч. ненасыщенных жиров, углеводов в общей энергетической ценности при условии минимизации потребления соли, рафинированного сахара и заданной кратности включения в рацион источников пищевых волокон		
5	Созданы условия для формирования ассортимента продуктов с заданными вкусовыми и эстетическими характеристиками		
6	Ассортимент формируется на основе нормирования кратности использования отдельных продуктов в рационах питания в течение недели		
7	Ассортимент в составе рациона питания формируется на два сезона с циклом на четыре и более недель		

Окончание табл. 2

№	Показатель / утверждение	Оценка	
		«да» 1	«нет» 0
8	Ассортимент унифицирован для всех возрастных групп обучающихся		
9	Ассортимент формируется с учетом организации метода самообслуживания через линию (прилавок) раздачи с частичным выбором учащимися блюд		
10	Структура ассортимента в составе рациона питания состоит из продуктов, производимых преимущественно методами общественного питания для организации обеда и продуктов, производимых преимущественно методами пищевой промышленности для организации дополнительного приема пищи		
11	Созданы условия для использования ассортимента специализированных продуктов для питания детей дошкольного и школьного возраста		
12	Для формирования ассортимента в качестве критериев при отборе продуктов в рамках процедуры закупки в дополнение к цене используются показатели их пищевой ценности и показатели соответствия принципам устойчивого развития		
13	Ассортимент продуктов преимущественно формируется на основе использования продукции местных производителей		
14	Ассортимент формируется с учетом потребности отдельных учащихся в специальном диетическом питании		
15	Обеспечен постоянный доступ обучающихся и их родителей (опекунов) к информации об ассортименте продуктов в составе рациона питания и его свойствах		
16	Несъедаемость (количество отходов) не превышает 15%		

Методика отражает системную организацию межотраслевых связей и может иметь значение для теории обсуждаемого межотраслевого метода товароведных исследований деятельности по формированию ассортимента продуктов.

Заключение. Развитие межотраслевого метода в товароведных исследованиях деятельности по формированию ассортимента продуктов для школьного питания, базирующегося на общенаучных методах системном и сравнения, объективно необходимо. Сформулированы предмет метода, цель, направления исследования и его ценность.

Межотраслевой метод выступает элементом более общего междисциплинарного подхода, когда исследование осуществляется не только на основе научной теории одной дисциплины, но и использует для достижения целей теории других научных дисциплин. Научный анализ межотраслевых связей, положенный в основу метода, имеет значение для развития как самой науки технологии и товароведения пищевых продуктов, так и соответствующих областей других смежных в комплексной деятельности наук — педагогики и нутрициологии. Аспекты такого анализа рассматриваются с точки зрения предмета технологии и товароведения, его назначения в комплексной деятельности по формированию ассортимента и единства с другими отраслями или профессиональными областями деятельности.

Актуальность изучения межотраслевых связей обусловлена также сложной структурой деятельности по формированию ассортимента. Структура является многоуровневой и межотраслевой одновременно — предложена ее рекурсивная модель.

В развитие теории заявляемого метода предложен формат систематизации информации для сравнительного анализа деятельности по формированию ассортимента и номенклатура факторов для парного сравнения. В данном случае номенклатура факторов — всего выделено 32 фактора — отражает попытку всесторонней детализации деятельности по формированию ассортимента в методологических целях. Номенклатура может быть предметом для обсуждения в экспертной среде в зависимости от цели сравнительного анализа в каждом конкретном случае.

Предложена методика оценки рациональности ассортимента. В практическом плане методика предназначена для использования в целях управления для мониторинга эффективности организации школьного питания. В зависимости от целей номенклатура показателей может дополняться, сокращаться или уточняться.

Список использованных источников

1. Николаева, М. А. Теоретические основы товароведения: учебник / М.А. Николаева. — М.: Норм, 2007. — 448 с.

2. Новиков, А.М. Методология: словарь системы основных понятий / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. — М.: Либроком, 2013. — 208 с.
3. 3 Советский энциклопедический словарь: [около 80000 слов] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 4-е изд., испр. и доп. — М.: Советская энциклопедия, 1989. — 1630 с.
4. Философский словарь [Текст] / под ред. И.Т. Фролова. — 7-е изд. перераб. и доп. — М.: Республика. — 2001. — 719 с.
5. Рыбакова, Г.Р. Системный подход в управлении ассортиментом и качеством продукции: монография / Г.Р. Рыбакова, И.В. Кротова, Е.А. Демакова, И.В. Дойко; ред. Г.Р. Рыбакова. — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. — 237 с.
6. Меняйло, Л.Н. Научные основы формирования ассортимента пищевых продуктов с заданными свойствами. Технологии получения и переработки растительного сырья: монография / Л. Н. Меняйло [и др.]; Сиб. федер. ун-т, Торг.-эконом. ин-т. — Красноярск: СФУ, 2015. — 210 с.
7. Пушмина, И.Н. Теоретические и практические аспекты формирования качества продуктов переработки растительного сырья Сибирского региона: монография / И. Н. Пушмина; Краснояр. гос. торг.-экон. ин-т. — Красноярск, 2010. — 248 с.
8. Кодола В. Г. Критика чистой абстракции [Электронный ресурс] В.Г. Кодола // ИСОМ. — 2018. — №4-2. — Т. 10. — С. 150–156. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kritika-chistoy-abstraktsii>. — Дата доступа: 14.09.2022.
9. Мокий, М. С. Методология научных исследований: учебник для вузов / М. С. Мокий, А. Л. Никифоров, В. С. Мокий; под ред. М. С. Мокия. — 2-е изд. — М.: Юрайт, 2020. — 229 с.
10. Костина, Г.П. Управление ассортиментом производимой продукции и его превентивное планирование с использованием методологии комплексного подхода и аналитического моделирования / Г.П. Костина, М.М. Башмакова // Менеджмент в России и за рубежом. — 2003. — №6. — С. 39–50.
11. Савченко, В. Н. Начала современного естествознания: тезаурус: учеб. пособие / В. Н. Савченко, В. П. Смагин. — Ростов н/Д: Феникс, 2006. — 330 с. — (Серия «Высшее образование»).
12. Бакулина М. С. Системный и комплексный подходы: сходство и различие [Электронный ресурс] / М. С. Бакулина // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. — 2011. — №2. — С. 168–173. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-i-kompleksnyy-podhody-shodstvo-i-razlichie>. — Дата доступа: 03.02.2022.
13. Кислов Б.А. О специфике научного метода [Электронный ресурс] / Б.А. Кисов // Известия БГУ. — 2004. — №3. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-spetsifike-nauchnogo-metoda>. — Дата доступа: 03.08.2023.
14. Колесников, А.А. Синергетические методы управления сложными системами: Теория системного синтеза / А.А. Колесников. — М: URSS. — 2019. — 240 с.
15. Богданов А.А. Тектология: (Всеобщая организационная наука): в 2-х кн. / А.А. Богданов. — М.: Экономика, 1989. — Кн. 1. — 304 с.
16. Чельшев, Ю.А. Основы учения о межотраслевых связях гражданского права / Ю.А. Чельшев. — Казань. — Изд.-во Казан. гос. ун-та, 2008. — 206 с.
17. Simon H.A. From Substantive to Procedural Rationality. In: J.L.Spiro (ed.). Method and Appraisal in Economics. Cambridge (MA): Cambridge University Press, 1976. — P. 129–148. — DOI:10.1007/978-1-4613-4367-7_6.
18. Hussain, S.T. Kurt Lewin's change model: A critical review of the role of leadership and employee involvement in organizational change [electronic resource] / S. T. Hussain // Journal of Innovation & Knowledge (JIK), Elsevier, Amsterdam. — 2018. — Vol. 3, Iss. 3. — P. 123–127. — doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jik.2016.07.002>.
19. Масанский, С.Л. Программы школьного питания как конвергентный опыт: Опыт Финляндии (обзор) / С. Л. Масанский // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. — 2021. — №2(31). — С. 3–31.
20. Масанский, С.Л. Школьное питание на основе педагогической модели: «классная столовая — столовая-класс!» / С.Л. Масанский // Педагогика и психология современного образования: монография / С.Л. Данильченко, А.С. Зеленский, С.Л. Масанский [и др.]. — Чебоксары: ИД «Среда», — 2021. — DOI 10.31483/r-100820.
21. Масанский, С.Л. Модель межотраслевых факторов качества услуги школьного питания и функций по его обеспечению / С.Л. Масанский // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2023. — №1(59). — С. 15.
22. Масанский, С.Л. Синтез принципов формирования ассортимента продуктов для школьного питания в системе межотраслевых связей / С.Л. Масанский // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2023. — №2(60). — С. 6.
23. Волошинская, А. А. Доказательная государственная политика: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] / А. А. Волошинская, В. М. Комаров // Вестник Института экономики Российской академии

- наук. — 2015. — №4. — С. 90–102. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/dokazatel'naya-gosudarstvennaya-politika-problemy-i-perspektivy>. — Дата доступа: 22.11.2022.
24. *Алексеев, Н. Г.* Комплексный подход: узлы дискурса. [Электронный ресурс] / Н. Г. Алексеев // Кентавр. Центр гуманитарных технологий — №23. — Режим доступа: <https://gtmarket.ru/library/articles/5261>. — Дата доступа: 21.12.2007.
25. *Хорев М.А.* Рациональность в прикладных вопросах оценки эффективности деятельности [Электронный ресурс] / М.А. Хорев // Международный журнал экспериментального образования — 2015. — №4-2. — С. 418–420. — Режим доступа: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=7417>. — Дата доступа: 03.05.2023.
26. *Моисеев, В. И.* Философия и методология науки: учеб. пособие / В.И. Моисеев. — Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 2003. — 236 с.

Информация об авторах

Масанский Сергей Леонидович, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (пр-т Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь).
E-mail: masanskii_sl@mogilev.bgut.by

Information about authors

Masansky Sergey Leonidovich, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies (3 Schmidt Avenue, 212027, Mogilev, Republic of Belarus).
E-mail: masanskii_sl@mogilev.bgut.by

УДК 339.13

Поступила в редакцию 20.11.2023
Received 20.11.2023**Л. К. Ловкис, Г. В. Хаткевич***Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь***ЭКОНОМИКА — КЛЮЧЕВОЕ УСЛОВИЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ СТРАНЫ**

Аннотация. В статье представлены данные по развитию рынка продовольствия, производству, экспорту и импортозамещению продуктов питания. Приведены экономические условия обеспечения и повышения качества и конкурентоустойчивости производства продуктов здорового образа питания в условиях достигнутой продовольственной безопасности, гарантированные принятыми документами.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, пищевая продукция, качество, экономика, рынок продуктов питания.

L. K. Lovkis, G. V. Khatkevich*Educational institution «Belarusian State Agrarian Technical University», Minsk, Republic of Belarus***ECONOMY IS A KEY CONDITION FOR THE FURTHER
DEVELOPMENT OF THE COUNTRY'S FOOD PROGRAM**

Abstract. The article presents data on the development of the food market, production, export and import substitution of food products. The economic conditions for ensuring and improving the quality and competitiveness of the production of healthy food products in conditions of achieved food security, guaranteed by adopted documents, are given.

Keywords: food security, food products, quality, economics, food market.

Введение. Выступая с ежегодным посланием к белорусскому народу и национальному собранию 31 марта 2023 года Президент нашей страны Александр Лукашенко сказал: «Вот уже три десятилетия фундаментом нашей государственной политики является социально ориентированная экономика. Эта политика успешна. Народ ее поддерживает. По всем показателям, характеризующим социальное равенство, Беларусь относится к наиболее благоприятным странам. Поэтому именно экономика, которая обеспечивает социальную защищенность граждан, является главной мишенью Запада».

Результаты исследований и их обсуждение. В 2022 году Беларусь сумела увеличить производство сельскохозяйственной продукции на 3,6% за счет роста намолота зерновых и сбора овощей, несмотря на сокращение посевных площадей и снижение сбора картофеля на 0,9 млн. тонн. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, в 2022 году в хозяйствах всех категорий (в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) хозяйствах, а также хозяйствах населения) было произведено продукции на 31,8 млрд. рублей, что превысило результат 2021 года на 3,6% в сопоставимых ценах. При этом в сельскохозяйственных организациях произведено продукции на 25,6 млрд. рублей — на 2,9% больше, чем в 2021 году.

В хозяйствах всех категорий произведено 1,734 млн. тонн скота и птицы в живом весе, молока получено 7,8 млн. тонн, яиц 3,4 млрд. штук. На долю сельскохозяйственных организаций в 2022 году пришлось 96,7% объема производства скота и птицы в живом весе, 97,4% молока и 85,2% яиц.

В Республике Беларусь обеспечена полная продовольственная безопасность, гарантировано качество произведенного сырья растительного и животного происхождения, продуктов питания. Семь процентов тружеников села обеспечивает производство зерна, кормов, сахарной свеклы, льна, молока от которых и зависят все достижения в аграрном секторе.

В 2022–2023 годах в Беларуси намолочено практически по одной тонне зерна на человек, надоено молока 853 кг, получено яиц 375 штук, произведено мяса 132 кг и в целом в расчете на душу населения порядка 3500 руб.

Белорусам гарантирована доступность рациона питания высокого качества. В среднем за 2022 год к потреблению в расчете на каждого жителя страны приходится: мяса и мясопродуктов – 98 кг, молока и молокопродуктов – 238 кг, овощей, бахчевых культур и продуктов их переработки – 174 кг, картофеля и картофелепродуктов – 161 кг, фруктов, ягод и продуктов их переработки – 95 кг, хлебопродуктов – 77 кг, сахара – 40 кг, масла растительного – 18 кг, яиц – 265 штук.

За 2022 год уровень обеспеченности за счет собственного производства составил: в молоке и молокопродуктах – на 266,9 %; мясе и мясопродуктах – на 133,2 %; яйцах – на 125,6 %; сахаре – на 201 %; масле растительном – на 120 %, картофеле – 112,3 %; овощах и бахчевых культурах – 106,3 %.

Таким образом, в Беларуси достигнуты рациональные нормативы потребления практически по всем продуктам питания, для нормальной жизнедеятельности человека достигнута энергетическая ценность продуктов питания, равная 3500 ккал в сутки (табл. 1).

Таблица 1. Производство сельскохозяйственной продукции в расчете на душу населения в Республике Беларусь в 2018–2022 гг.
Table 2. Agricultural production per capita in the Republic of Belarus in 2018–2022

Показатели	2018	2019	2020	2021	2022
Производство продукции сельского хозяйства в расчете на душу населения, руб.	2055	2303	2519	2810	3451
Производство основных продуктов сельского хозяйства в расчете на душу населения, кг:					
зерно	643	768	923	787	943
картофель	461	462	395	366	418
свекла сахарная	510	525	427	416	458
овощи	285	313	298	293	310
скот и птица (в убойном весе)	129	131	137	134	132
молоко	777	784	827	840	853
яйца, штук	356	373	372	379	375

Результаты мониторинга показывают, что продовольственная безопасность Республики Беларусь полностью обеспечена по качественным и количественным критериям. Все поставленные задачи в области повышения устойчивости аграрного производства, качества питания населения и развития экспортного потенциала последовательно реализуются (рис. 1).



Рис. 1. Виды продовольственной безопасности
Fig. 1. Types of food security

В то же время, по данным, опубликованным Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (далее — FAO), в 2022 году в мире с проблемой голода (системным недоеданием) столкнулись 735 млн. человек, или 9,8 % населения планеты, живущих в крайней нищете (менее 1,25 доллара США в день).

В 2022 году 58 стран мира находились в состоянии продовольственного кризиса. Это страны Африки и Азии, прежде всего, Конго, Эфиопия, Нигерия, Афганистан, Сирия. Африка, где голодает каждый пятый, что превышает среднемировой показатель более чем в два раза. ООН признает, что «в обозримой перспективе цели устойчивого развития в области продовольственной безопасности и качества питания не могут быть достигнуты».

Основные причина нехватки продовольствия: военные конфликты, которые делают невозможным ведение и развитие сельского хозяйства — в таких условиях находятся приблизительно 119 млн. чел.; экстремальные погодные условия Африка, Индия, Китай, Южная Америка. За 2022 год общемировые расходы на импорт продовольствия возросли на 11%, приблизившись к рекордным 2 трлн. долл. США. К концу 2022 года ограничения или запреты на экспорт агропродовольственной продукции применяли около 30 стран мира.

По оценкам FAO, число людей, не имеющих финансовой возможности обеспечить себе здоровое питание, увеличилось на 112 млн. человек, что является одним из последствий роста потребительских цен на продукты питания. При этом доля белорусов, которые не могут позволить себе здоровое питание, — одна из наименьших в мире (0,2 %). Беларусь по этому параметру находится на одном уровне с Германией, Бельгией и Нидерландами. В Польше доля таких граждан больше в 5 раз, в Литве и Казахстане — в 6 раз, в США — в 7,5 раза, в Латвии — в 9 раз. Показатель “распространение недоедания” Беларуси твердо удерживается на уровне менее 2,5 % наравне с большинством стран Европы. В то время как данный показатель в ряде постсоветских стран выше: в Армении — 3,5 %, Молдове — 6,7 %, Грузии — 7,6 %. Зарубежные эксперты прогнозируют продовольственный кризис в Европе из-за последствий санкционной политики Запада в отношении России и Беларуси: сокращение поставок удобрений, сырья для их производства, а также зерна, используемого для кормления сельскохозяйственных животных. В Европе предупреждают, что зимой может возникнуть сезонный дефицит широкого спектра продуктов питания вследствие нарушения работы тепличных хозяйств на фоне энергокризиса. Кроме того, существенно растут цены на товары: в период с января по июль 2022 г. в Евросоюзе цены на сливочное масло выросли на 80 %, сухое молоко подорожало более чем на 50 %, говядина — на 28 %.

В тоже время на внешний рынок поставляется половины годового производства молока и третья часть годового производства мяса. В 2022 году республика достигла рекордного показателя по объему поставок продовольствия на внешний рынок — 8,3 млрд долл. США, что на 24,2% больше, чем в 2021 году. По этим параметрам, и учитывая динамику роста, можно уверенно говорить о высоком значении нашего АПК в мировом рыночном хозяйстве. На внешние рынки поставляется около 60% произведенных молокопродуктов, порядка 30% — мяса, свыше 70% — рапсового масла, более 50% — сахара, 30% — моркови и свеклы, около 20% — огурцов.

География экспорта нашей продукции насчитывает более 100 стран. Основными торговыми партнерами нашей страны по группе агропродовольственных товаров являются Россия, другие партнеры по Евразийскому экономическому союзу, страны СНГ.

Беларусь в последние годы в общем объеме производства сельскохозяйственной продукции в ЕАЭС занимает долю 8,7 %, а в стоимостной взаимной торговле сельскохозяйственной продукцией и продовольствием в оценке по экспорту — более 40 %.

Глава государства А.Г. Лукашенко 21 июня 2022 г. в ходе посещения агрокомбината «Юбилейный» Оршанского района подчеркнул: “... для сельского хозяйства наступил золотой век... Потому что ваша продукция, особенно за пределами страны, стоит больших денег. Цены на продукты питания подскочили неимоверно”.

Не менее важным является наращивание торгового сотрудничества со странами за пределами ЕАЭС, обладающими емким внутренним рынком Узбекистаном, Азербайджаном, Ираном, Китаем, странами Южной Америки.

Для сохранения экономической независимости важно наращивать производство собственных товаров, снижать зависимость от внешних производителей, проводить политику по импортозамещению.

Введение Западом санкций в отношении Беларуси (равно как и России), имеющих целью парализовать национальную экономику, ожидаемого результата не принесло. Мы оказались к этому готовы. Благодаря ранее определенной стратегии по активизации замещения продукции иностранных производителей, прекративших поставки товаров, в Республике Бе-

ларусь был выработан санкционный иммунитет. Белорусы сумели не только уменьшить зависимость от импорта, но и заложили надежный фундамент для дальнейшего социально-экономического развития. Эти результаты достигнуты в том числе за счет стратегического партнерства Минска и Москвы, взаимодействия с другими дружественными государствами. Продовольственная безопасность в нашей стране обеспечена. Жители Беларуси не испытывают дефицита товаров и услуг.

В Беларуси импортозамещение касается, прежде всего, товаров и услуг первой необходимости и повседневного спроса. Сегодня в торговле порядка 60 % составляют белорусские товары. И эта доля постоянно растет (по прогнозам МАРТ, к 2030 году мы приблизимся к цифре 85 %).

Импортзамещение продуктов питания растет. В пищевой отрасли за 2022 год производство импортозамещающих товаров составило 258,6 млн. долл. США. На экспорт товаров отгружено на сумму 52,9 млн. долл. США, темп роста — 114,8 %. Так, в 2021 году производство импортозамещающих товаров составило 506,9 млн. долл. США, темп роста — 110,3 % (экспорт составил 99,0 млн. долл. США). Таких результатов удалось достичь за счет производства молочной, масложировой, кондитерской, ликер-водочной продукции.

Конъюнктура мирового рынка сегодня складывается в пользу производителя, открывая новые ниши для оригинальной белорусской продукции, произведенной из высококачественного сырья, по современным технологиям и по одним из самых высоких в мире требованиям безопасности. Показательным примером является то, что каждый четвертый килограмм сыра и каждый седьмой литр молока, которые продаются в России, — белорусского производства. В Беларуси достигнут высокий удельный вес производства основных продуктов.

Заключение. Забота о здоровье и здоровом питании в Республике Беларусь базируется на основополагающих законодательных документах: закон Республики Беларусь от 29 июня 2003 года «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека»; «Концепция национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь» (постановление Совета Министров от 10.03.2004г. №252); «Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года» от 15 декабря 2015 года; «Концепция государственной политики в области здорового питания населения Республики Беларусь на период до 2030 года» от 08 августа 2023г. Данные документы гарантируют потенциальную физическую доступность продуктов питания высокого качества всем социальным группам населения по энергетическим ценностям количеству и сбалансированного по жизнеобеспечивающим элементам.

В целом нам еще предстоит переход к безопасному и качественному питанию всех социальных групп, при котором структура питания позволит улучшить здоровье человека, продлить его активную жизнедеятельность.

Продовольствие всегда является важнейшей составляющей национальной политики всех стран мира, а рынок продовольствия определяет состояние экономики и социальную стабильность общества, суверенитет государства, качество жизни человека.

Перед тружениками сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности стоят непростые экономические вопросы: повышение конкурентоспособности белорусских продуктов за счет структурной перестройки, обеспечение предсказуемой ценовой политики, обеспечение качества продуктов питания на нормируемых топливно-энергетических ресурсах, внедрение перспективных технологий и научных разработок, обеспечение и расширение экспорта продовольствия.

Список использованных источников

1. Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года: утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 15 декабря 2017 г. №962 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21700962&p1=1&p5> — Дата доступа: 18.11.2023.
2. Продовольственная безопасность Республики Беларусь в современных условиях: материалы Первого Всебелорусского форума, Минск, 12 октября 2016 г. / под ред.: В.Г. Гусакова, А.П. Шпака. — Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. — 313 с.
3. Ловкис, З.В. Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции в Республике Беларусь до 2030 года / З.В. Ловкис, Е.М. Моргунова, Е.З. Ловкис // Пищевая промышленность: наука и технологии — 2017. — №1(35). — С.2-3.

4. *Ловкис, З. В.* Инновационная система национальной производственной конкурентоустойчивости: теория, методология и практики / З. В. Ловкис, Ф. И. Субоч // Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию. — Минск: ИВЦ Минфина, 2021. — 383 с.
5. *Киреенко, Н. В.* Внутренняя продовольственная помощь как механизм регулирования национальной продовольственной безопасности / Н. В. Киреенко, И. А. Войтко, М. А. Арнатович // Белорусский экономический журнал. — 2023. — № 1. — С. 75–92.
6. *Киреенко, Н. В.* Система доступа сельскохозяйственных товаров на рынки государств — членов Евразийского экономического союза / Н. В. Киреенко // Агропанорама. — 2023. — № 2. — С. 43–48.
7. Экономика организаций (предприятий) агропромышленного комплекса: учебно-методическое пособие / сост.: Л.К. Ловкис, О.А. Карабань, Т.Г. Горустович. — Минск: БГАТУ, 2021. — 312 с.
8. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Сельское хозяйство Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_bulletin/index_79718/?sphrase_id=1976087. — Дата доступа: 18.11.2023.

Информация об авторах

Ловкис Лилия Константиновна, старший преподаватель учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (пр. Независимости, 99, 220012, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: LovkisLiliya@mail.ru

Хаткевич Галина Владимировна, старший преподаватель учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (пр. Независимости, 99, 220012, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: Galina.hatkevich@gmail.com

Author information

Lovkis Lilia Konstantinovna, Senior Lecturer educational institution “Belarusian state agricultural Technical University” (99 Nezavisimosti Ave., 220012, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: LovkisLiliya@mail.ru

Khatkevich Galina Vladimirovna, Senior Lecturer educational institution “Belarusian state agricultural Technical University” (99 Nezavisimosti Ave., 220012, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: Galina.hatkevich@gmail.com

УДК 663. 331

Поступила в редакцию 14.08.2023
Received 14.08.2023**А. М. Мазур¹, Е. В. Таразевич¹, Н. Н. Петюшев²**¹ Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь² РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БЕЗОТХОДНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ НА ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК**

Аннотация. В статье представлены научно-технические, экономические, экологические аспекты и основные направления, а также принципы создания безотходного производства. Разработаны мероприятия по организации безотходного производства. Предложена классификация отходов и количественный критерий в определении безотходности технологического процесса. Рассмотрены мероприятия по организации безотходного производства в сахарной и крахмальной отраслях.

Ключевые слова: безотходная технология, отходы, вторичные продукты, интегральный показатель.

A. M. Mazur¹, E. V. Tarazevich¹, N. N. Petyushev²¹ EI “Belarusian State Agrarian Technical University”, Minsk, Republic of Belarus² RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food”,
Minsk, Republic of Belarus**MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF WASTE-FREE
TECHNOLOGIES AT AGRICULTURAL INDUSTRIAL PROCESSING
ENTERPRISES**

Abstract. The article gives scientific, technical and economic aspects and main directions, as well as principles in the creation of non-waste production. Measures have been developed to organize non-waste production. A classification of wastes and a quantitative criterion in determining the non-wasteness of the technological process are proposed. Measures for the organization of non-waste production in the sugar and starch industries are considered.

Keywords: non-waste technology, waste, secondary products, integral index.

Введение. Современный уровень технологий и техники перерабатывающей промышленности АПК требует принципиально нового подхода к проблеме использования вторичных ресурсов и ресурсов сырьевой базы в целом.

Этот подход состоит в создании безотходных технологий производства, позволяющих максимально и комплексно извлекать все ценные компоненты сырья, превращая их в полезные и необходимые продукты, исключить ущерб, наносимый окружающей среде в результате производственных выбросов в воздух, воду и почву, а также обеспечить безопасность жизнедеятельности работников предприятия. В решении этой проблемы наряду с внедрением эффективных технологий переработки вторичного сырья основного производства, утилизации сточных вод и газовых выбросов большое значение приобрело совершенствование существующих и создание новых экологически чистых производств. Это направление — развитие последних достижений науки и техники в перерабатывающих отраслях АПК получило название безотходной технологии [1].

Переход перерабатывающих предприятий на основе безотходных технологий нужно рассматривать как одно из фундаментальных направлений в решении вопросов рационального использования природно-сырьевых ресурсов, защиты водной и воздушной среды от источников загрязнения и выполнить основные требования к обеспечению взрывопожаробезопасности технологического процесса и технологического оборудования.

Перестройка технологических процессов с целью комплексного безотходного использования сырья обусловлена требованием повышения эффективности перерабатывающей промышленности и максимального удовлетворения потребностей общества в отечественных качественных продуктах питания [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Научно-технический аспект создания безотходного производства непрерывно связан с реализацией последних достижений науки и технологии, передового отечественного и зарубежного опыта.

Определены основные факторы, влияющие на выбор производства. Установлено, что каждый вид сельскохозяйственного сырья пригоден для переработки и получения из него широкого ассортимента продуктов. Объемы производства продукции из сельскохозяйственного сырья зависят от количества, качества, стоимости сырья, технологии производства и состава технологического оборудования. Качество сырья является определяющим фактором при выборе технологии производства и его эффективности, снижая расходы сырья и теплоэнергоресурсов в 2 раза.

Технологии производства и применяемое оборудование определяют возможность безотходного, экологически чистого и рентабельного предприятия [3].

Экономический аспект связан с расширением производства за счет более глубокой, комплексной переработки сельскохозяйственного сырья и использования вторичных продуктов, как источник получения других продуктов питания, а также удобрений. Необходимо постоянно и непрерывно проводить обоснование и внедрение новых способов переработки вторичных отходов на основе физических, химических и биологических методов по извлечению и концентрированию необходимых пищевых веществ. Согласно исследованию, выполненным в России, только за счет таких подходов можно производить на 20–30% больше продуктов питания. При этом в России в пищевых производствах образуется 45 млн. тонн вторичных отходов, в том числе сахарной промышленности 16 млн. тонн, молочной 12 млн. тонн, спиртовой 16 млн. тонн, мукомольно-крупяной — 4,5 млн. тонн. Аналогичное состояние и в Республике Беларусь. [4].

Наукой доказано и практикой подтверждено, что при комплексном использовании сырья можно высокоэффективно использовать практически все отходы и вторичные продукты перерабатывающей промышленности.

Экологический аспект при внедрении безотходной технологии связан с непрерывным ростом воздействия производства на окружающую среду. Антропогенные нагрузки на биосферу, превышающие установленные нормативы, ведут к нарушению равновесия в природе и дисбалансу в экологических системах. Поэтому, в настоящее время особое значение приобретает оценка воздействия технических перерабатывающих отраслей на окружающую среду. И здесь необходимо обратить внимание на источники загрязнения и меры защиты воздушной и водной среды от выбросов предприятий перерабатывающих сельскохозяйственное сырье [5].

Безотходное производство — это совокупность технологических операций, процессов и производств, обеспечивающих максимальное и комплексное использование сырья и отходов с одновременным существенным уменьшением или исключением их воздействия на окружающую среду. При этом основными функциями безотходного производства является обеспечение комплексной переработки сырья, не столько отсутствие отходов вообще, сколько их рациональное использование в этом производстве, либо в качестве сырья в другом технологическом процессе, а также совокупность мероприятий по недопущению негативного воздействия на окружающую среду и жизнедеятельность человека. Основой безотходных технологий является комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов, а отходы производства — это недоиспользованная часть сырья [6].

Безотходное производство предусматривает, что экономия сельскохозяйственного продукта происходит на всех этапах производства — начиная от стадии подготовки семян, почвы до стадии переработки и реализации из этого сырья готового продукта.

Выход получения продукции из сырья растительного и животного происхождения составляет от 75% до 98% от массы переработанного сырья. Остальная часть сырья, содержащая значительное количество ценных и полезных веществ переходит в отходы производства.

Основные принципы безотходного производства заключаются в следующих мероприятиях:

- ♦ системность — каждый процесс производства является единством сложного механизма;
- ♦ совокупное использование ресурсов (сырьевых и энергетических) способствует применению сопутствующих компонентов;
- ♦ цикличность — замкнутый процесс производства, напоминающий круговорот в природе;
- ♦ рациональный подход и максимальное использование ресурсов, позволяющее минимизировать потери за счет использования отходов для дальнейшего производства;
- ♦ экологическая безопасность (для здоровья людей, окружающей среды, санитарных норм и т.д.);

- ♦ пожаровзрывобезопасность предприятия.

В перерабатывающих отраслях АПК основными направлениями в создании безотходных производств являются:

- ♦ Разработка прогрессивных технологических процессов. Получение новых видов пищевых продуктов и добавок, улучшающих пищевую и биологическую ценность продуктов.
- ♦ Разработка технических средств и процессов, обеспечивающих сокращение выбросов и перевод их в экологически чистые формы, уменьшение расхода свежей воды при внедрении систем оборотного водоснабжения, уменьшение загрязненности сточных вод, извлекая из них ценные вещества.

- ♦ Развитие инновационных технологий по увеличению ресурсов белка, биологически активных добавок, нутрицевтиков, функциональных продуктов питания.

Внедрение робототехники и автоматизации, использование 3D — принтеров и цифрового управления на технологических этапах производства продуктов питания [7,8].

Предложены следующие мероприятия по организации безотходных производств:

- ♦ организация производств с использованием сырья и энергии в замкнутом цикле: первичное сырье — производство — потребление — вторичное сырье (отходы) — переработка — готовая продукция, при этом

- ♦ все производственные процессы должны осуществляться при минимальном числе технологических этапов, поскольку на большинстве из них образуются отходы, и теряется сырье и полуфабрикаты;

- ♦ технологические процессы должны быть непрерывными, что позволяет наиболее эффективно использовать сырье и энергоресурсы;

- ♦ единичная мощность технологического оборудования должна быть оптимальной, что соответствует максимальному КПД и минимальным потерям;

- ♦ минимизировать источники загрязнения воздушной среды;

- ♦ обеспечить безопасность жизнедеятельности предприятия [11].

Способы переработки отходов отличаются по сложности, эффективности и затратам на их реализацию. Самым рациональным способом является, когда устанавливается контроль на каждой точке технологического процесса и постоянно проводится работа по предотвращению или уменьшению потерь отходов путем их переработки и использования.

Переход на новейшие сберегающие технологии требуют больших затрат, но могут быть весьма экономически эффективны и достаточно быстро окупаемые. В общем случае меры по сокращению отходов у источника их образования могут включать:

- ♦ изменение технологической схемы производства на уменьшение образования отходов;
- ♦ модернизацию оборудования с целью снижения отходов;
- ♦ переход на нетоксичные материалы в производственном процессе.

Необходимо обратить внимание на характер классификации отходов, качественные и экономические различия для определения эффективных способов их переработки. Основным признаком классификации отходов является их принадлежность к определенной отрасли. По этому признаку следует различать отходы: сахарной, крахмалопаточной, пивоваренной, спиртовой, масложировой, зерноперерабатывающей, плодоовощной, пищевых концентратной, хлебопекарной, чайной, табачной, молочной, мясной промышленности, производство пищевых кислот и ферментов [9].

Кроме этого, вторичные продукты и отходы можно классифицировать по источникам образования, по агрегатному состоянию, по технологическим стадиям получения, по возможности повторного использования, по материальности, по степени использования, по степени воздействия на окружающую среду. Научно-обоснованная классификация отходов будет соответствовать более точному составлению их характеристик по научно-техническому, экономическому, экологическому аспектам, установления взрывопожароопасности производства, что повысит эффективность использования отходов.

Комаров В.И. и Мануилова Г.А. предложили [10], что количественным критерием в определении безотходности служит коэффициент K_b — интегральный показатель, учитывающий масштабы потребления природно-сырьевых ресурсов, объема производимой продукции, массу размещаемых в окружающей среде отходов и степень их опасности. Он формируется из следующих элементарных составляющих — коэффициента полноты использования материально-сырьевых ресурсов, характеризующего степень замкнутости технологического процесса на входе и выходе по отношению к окружающей среде, и коэффициента экологичности, характеризующего интенсивность воздействия процесса на окружающую среду. Кроме указанных коэффициентов, по нашему мнению, необходимо иметь поправочный коэффициент, учитывающий пожаровзрывоопасность производства. Технологии, имеющие K_b от 0,9 до 1,0 считать условно-безотходными, абсолютно безотходные технологии должны иметь

$K_b = 1$. Технологии с коэффициентом безотходности от 0,7 до 0,9 считать малоотходными, а технологии, имеющие K_b менее 0,7 отнести к категории рядовых. При этом обязательным условием для условно-безотходных технологий является количество выбросов в окружающую среду загрязнений, объемы размещения отходов должны быть установленные в законодательном порядке согласно предельно допустимых экологических норм и нормативов по количеству загрязнения и предельно допустимых выбросов. Абсолютно безотходные технологии или производства должны быть замкнутыми по отношению к окружающей среде, то есть количество загрязнений должно равняться нулю, для малоотходных технологий количество выбросов, сбросов загрязнений, объемы размещения отходов должны быть равными предельно допустимым нормам, установленным для предприятий лимитами. Для разовых технологий количество выбросов, сбросов загрязнений и объемов размещения отходов устанавливается для предприятий утвержденными лимитами.

В перерабатывающем комплексе накоплен определенный опыт по использованию вторичного сырья. Проведем оценку сахарной и крахмальной отрасли на предмет безотходности производства

Рассмотрим сахарную отрасль [11], здесь вторичным сырьем является жом, меласса, фильтрационный осадок. С 1 тонны сахарной свеклы получают 160 кг сахара-песка, 60 кг жома, 50 кг мелассы, 60 кг фильтрационного осадка (в пересчете на сухое вещество). Жом идет на корм, меласса частично на производство дрожжей, лимонной кислоты, остальное на корм, фильтрационный осадок используется как удобрение. При этом производство дрожжей, лимонной кислоты и корма производятся на других предприятиях. Режим работы сахарного предприятия по утвержденным нормам — 90 суток из-за резкого снижения содержания сахара в свекле после 90 суток ее хранения, расход потребляемой воды 15–20 м³ на тонну перерабатываемого сырья. Взрывопожароопасность определяется следующими применяемыми веществами: сахар, формалин, сернистый ангидрид. Если рассмотреть сахарное производство (предприятие) с точки безотходного, экологически чистого предприятия необходимо:

- ♦ увеличить режим работы предприятия минимум до 250–300 суток, чтобы использовать существующие мощности, энергоресурсы, трудовой персонал, необходимое оборудование для организации на данном предприятии производства дрожжей, лимонной кислоты, спирта, молочной кислоты, изделий из сахара, продукт, заменяющий карамельную патоку и другие продукты. При этом карамельную патоку мы закупаем 100 %, изделия из сахара — 51,9 %;
- ♦ организовать на данном предприятии производство пектина и пектиновых веществ, которые закупаем 100 % для производства кондитерских изделий (мармелад, зефир и др.);
- ♦ организовать производство комбикормов, учитывая имеющиеся компоненты — жом и мелассу;
- ♦ провести работы по организации повторного водоснабжения на технологических станциях производства;
- ♦ проработать вопрос по замене вредных веществ, применяемых в производстве — сернистого ангидрида и формалина.

Это дает возможность создать высокоэффективное, безотходное производство с выпуском импортозамещенных дефицитных продуктов, и увеличив с коэффициента 0,7, технология считается малоотходной до условно-безотходной с коэффициента 0,9 до 1,0 %.

Если рассмотреть крахмальное производство: переработка картофеля на крахмал и переработка кукурузы на крахмал [12,13].

По картофелекрахмальному производству мы имеем выход крахмала с 1 т картофеля 150–200 кг, остаток которого составляет мезга и клеточный сок — это 30 % от исходного сырья не используется и в большей части сбрасывается в естественные водоемы, нанося вред экологии. Расход воды составляет 7–10 м³ на 1 тонну переработки картофеля. Здесь технология имеет коэффициент безотходности менее 0,7 и относится к категории рядовых. За рубежом полностью перерабатывают получаемые отходы, мезгу на клетчатку, клеточный сок на картофельный белок. Это дает возможность иметь безотходное экологически чистое высокорентабельное предприятие, а коэффициент K_b — 1- технология абсолютно безотходная

По кукурузо-крахмальному производству мы имеем с 1 т зерна кукурузы до 650 кг сухого крахмала при полной утилизации вторичных продуктов: экстракт после замачивания сырья идет на производство витаминов, выделяемый кукурузный зародыш на производство кукурузного масла 80–90 кг с 1 т кукурузы, мезга на производство корма, глютен на производство сухого белка. Предприятие работает по замкнутому циклу водоснабжения. Потери сухих веществ практически отсутствуют. Из приведенных данных видно, что кукурузо-крахмальное производство можно отнести к условно-безотходным с $K_b = 0,95$.

Заключение. Определены основные направления и принципы создания безотходного производства. Разработаны мероприятия по организации безотходного производства. Дано опре-

деление безотходного производства, как комплекса переработки сельскохозяйственного сырья, при экономии его на всех этапах производства, начиная от стадии подготовки семян и почвы до стадии переработки и реализации из этого сырья готового продукта.

Предложена классификация отходов и количественный критерий определения безотходности технологического процесса. Рассмотрено сахарное и крахмальное производство с позиции безотходного экологически чистого предприятия.

Список использованных источников

1. *Арсенеева, Т. П.* Безотходные технологии отрасли. Учебно-методическое пособие / Т.П. Арсенеева. — СПб.: Университет ИТМО. — 2011. — 55 с.
2. Биотехнология / под ред. А.А. Баева. — М.: Наука, 1984. — 309 с.
3. Биотехнология: теория и практика / Н.В. Загорский, [и др.]. — М.: Изд. Оникс, 2009. — 296 с.
4. Биопрепараты: Сельское хозяйство. Экология. Практика применения. — М.: «Эм-кооперация», 2008. — 296 с.
5. *Жакова, К. И.* Современные тенденции развития технологий пищевых производств / К. И. Жакова, Н. П. Миронова // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2022. — Т.15, №3 (57). — С. 6–13.
6. *Комаров, В. И.* Количественная оценка технологических процессов по степеням малой безотходности / В. И. Комаров, Т. А. Мануйлова // Пищевая промышленность. — 1995. — №3. — С. 19–26.
7. Картофель и картофелепродукты: наука и технология / З. В. Ловкис [и др.]. — Минск: Белорусская наука, 2008. — 537 с.
8. *Личко, Н. М.* Технология переработки продукции растениеводства / Н.М. Личко. — М.: КолосС, 2000. — 218 с.
9. *Мазур, А. М.* Основные факторы, влияющие на выбор технологии производства крахмала из картофеля / А. М. Мазур // Агропанорама. — 2019. — №2. — С.27–29.
10. Мазур, А. М. Исследование безотходной технологии переработки картофеля на крахмал / А. М. Мазур, Е. В. Таразевич // Агропанорама. — 2023. — №1. — С. 11–15.
11. *Неверова, О. А.* Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения / О. А. Неверова, Г. А. Гореликова. — М.: Сибирское университетское издательство, 2007. — 416 с.
12. *Степанова И.* Утилизация отходов агропромышленного комплекса / И. Степанова // Агропанорама. — 2019. — №2. — С. 7–11.
13. Сельскохозяйственная биотехнология / под ред. В. С. Шевелухи. — М.: Высшая школа, 2003. — 469 с.

Информация об авторах

Мазур Анатолий Макарович, доктор технических наук, профессор кафедры технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» (пр. Независимости, 99, 220012, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: mam.pererab@bsatu.by

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

E-mail: tev.pererab@bsatu.by

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

E-mail: petushev@belproduct.com

Information about authors

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

E-mail: mam.pererab@bsatu.by

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

E-mail: tev.pererab@bsatu.by

Petyushev Nikolai Nikolaevich, PhD (Engineering), Head of the Department of Technologies for Products from Root and Tuber Crops of the RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (Kozlova St., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: petushev@belproduct.com

УДК 639.3.043

Поступила в редакцию 22.08.2023
Received 22.08.2023**Ж. В. Кошак¹, Е. Е. Рыбкина¹, И. М. Рыбаков²**¹РУП «Институт рыбного хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь²ООО «А-Соль», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ
НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПРОТЕИНА И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ФОРЕЛИ**

Аннотация. В статье изучено влияние внесения в состав комбикорма шунгита и трепела на коэффициент видимой переваримости протеина форелью. Установлено, что самый высокий коэффициент видимой переваримости сырого протеина (86,7 %) отмечен при кормлении форели комбикормом с 1,0 % шунгита в его составе. Изучено влияние шунгита и трепела на структурно-механические свойства комбикорма, а именно на насыпную плотность, разбухаемость и твердость гранул. Внесение трепела в количестве 2,0 % приводит к увеличению насыпной плотности и разбухаемости комбикорма по сравнению с контрольным вариантом на 10,8 % и 41,6 % соответственно. Установлено, что насыпная плотность и разбухаемость комбикормов при внесении шунгита в дозировке 0,8 и 1,0 % увеличивает насыпную плотность на 5,1 % в сравнении с контрольным вариантом и практически не влияет на разбухаемость.

Изучено влияние ввода трепела и шунгита на твердость получаемых гранул при одинаковых режимах производства комбикорма. Установлено, что при внесении трепела в состав комбикорма увеличивается его твердость более чем в 2 раза в сравнении с контрольным вариантом. При вводе шунгита в комбикорм твердость гранулы находится на уровне с контрольным вариантом.

Ключевые слова: шунгит, трепел, форель, насыпная плотность, разбухаемость, твердость, комбикорм.

Zh. V. Koshak¹, E. E. Rybkina¹, I. M. Ribakov²¹RUE "Institute for Fish Industry", Minsk, Republic of Belarus²A-Sol LLC, St. Petersburg, Russian Federation**INFLUENCE OF MINERAL RAW MATERIALS
ON PROTEIN DIGESTIBILITY AND STRUCTURAL AND MECHANICAL
PROPERTIES OF COMPOUND FEED FOR TROUT**

Annotation. In the article, the influence of the introduction of shungite and tripolite into the compound feed composition on the coefficient of visible protein digestibility by trout was studied. It was found that the highest coefficient of apparent digestibility of crude protein was noted when feeding trout with compound feed with 1.0% shungite in its composition, which amounted to 86.7%. The influence of shungite and tripoli on the structural and mechanical properties of mixed fodder, namely on the bulk density, swelling and hardness of the granules, has been studied. The introduction of tripoli in the amount of 2.0% leads to an increase in the bulk density and swelling of the feed compared to the control variant by 10.8% and 41.6%, respectively. It has been established that the bulk density and swelling of mixed fodder when shungite is applied at a dosage of 0.8 and 1.0% increases the bulk density by 5.1% compared to the control variant. The influence of the introduction of tripoli and shungite on the hardness of the obtained granules was studied under the same conditions for the production of compound feed. It has been established that with the introduction of tripoli into the compound feed, its hardness increases by more than 2 times in comparison with the control variant. When shungite is introduced into mixed fodder, the hardness of the granule is at the level with the control variant.

Keywords: shungite, tripoli, trout, bulk density, swelling, hardness, mixed fodder.

Введение. До 90 % всего объема выращивания ценных видов рыб составляет форель, остальное — это осетр и сом. В настоящее время производством ценных видов рыб в Беларуси занимаются несколько предприятий, крупнейшими из которых является КПУП «Форелевое хозяйство «Лохва» и ОАО «Альба». Одним из крупнейших промышленных комплексов по производству рыбопосадочного материала лососевых видов рыб является КПУП «Форелевое хозяйство «Лохва» [1].

В настоящее время особенно актуальна проблема организации кормления и выращивания ценных видов рыб. При этом одним из наиболее важных моментов в решении задачи остается разработка новых физиологически полноценных, сбалансированных по составу комбикормов, способствующих повышению эффективности выращивания молоди и товарной рыбы в промышленных условиях. Из опытов с другими видами животных известно, что физическое состояние отдельных ингредиентов рациона зачастую определяет степень переваримости корма в целом. Поэтому для обеспечения высокой рыбопродуктивности и экономического расхода комбикормов при выращивании рыбы в разных условиях содержания, необходимо знать ее потребности в протеине, жире, энергии, витаминах, макро- и микроэлементах.

Основной задачей при разработке новых рецептов комбикормов как стартовых, так и продукционных, является совершенствование их состава с использованием нового эффективного сырья [2].

Сейчас на рынке появляются новые кормовые компоненты различного происхождения. Изучение нового кормового сырья позволяет решить проблему выпуска новых эффективных стартовых и продукционных комбикормов для ценных видов рыб, организовать выращивание молоди и товарной рыбы на интенсивной основе.

Рациональное кормление рыб должно удовлетворять их потребности как в органических, так и в минеральных веществах, так как только в этих условиях могут быть обеспечены нормальный рост и развитие организма. Минеральные вещества выполняют структурную функцию, входя в состав опорных элементов скелета и клеточных оболочек всех тканей. В составе различных соединений они участвуют в процессах переваривания и всасывания, синтеза и распада, обеззараживания ядовитых веществ и выделения. Находясь в составе биологически активных соединений (ферментов, витаминов, гормонов), минеральные вещества могут в значительной степени активизировать или тормозить обмен веществ.

Из микроэлементов крайне низкой концентрацией в природных пресных водах отличаются йод, кобальт, селен, поэтому особенно важно контролировать их присутствие в комбикорме. С другой стороны, ряд тяжелых металлов — железо, магний, цинк, марганец — находятся часто в избытке из-за антропогенного загрязнения водоемов. Это обычно не учитывается при расчете содержания минеральных веществ в комбикормах [3].

В настоящее время многими учеными мира ведется интенсивная многосторонняя работа по изучению минерального обмена у рыб. Установлено, что кальций, фосфор, кобальт и хлор активно поглощаются из воды [4]. Ионы фосфора, хлорида и сульфата могут поглощаться из воды, но более эффективно усваиваются из пищи. Магний, стронций, барий, медь, цинк подавляют усвоение кальция [5]. Лучшие результаты по выращиванию рыб получены при введении в корм комплекса микроэлементов (кобальта, цинка, марганца и меди) [6]. Английские исследователи занимались изучением воздействия различных доз магния на физиологическое состояние почек и печени форели. В результате опытов рекомендовано введение 0,5 г магния на 1 кг корма [7]. Опыты, проведенные японскими учеными [8], показали, что содержание минеральных веществ в рыбной муке недостаточно для нормального роста форели. Потребности форели в марганце и цинке составляют 13 мкг/г и 15–30 мкг/г корма соответственно. Хотя рыбная мука и содержит данные элементы в количестве 5–9 мкг/г и 30–42 мкг/г, она не удовлетворяет потребности рыб в микроэлементах из-за низкой усвояемости этих веществ.

Интерес для изучения возможности использования в качестве источника микро- и макроэлементов в составе комбикорма для рыб представляют шунгитовые породы, которые образуют большую разнообразную группу углеродосодержащих вулканогенно-осадочных и осадочных докембрийских пород Карелии, выявленных главным образом в Онежской структуре на площади в несколько тысяч квадратных метров. Прогнозные ресурсы шунгитовых пород составляют более 1 млрд. тонн.

Установлено многообразное влияние шунгитовых пород на воду. В процессе водоочистки они могут выступать в роли фильтрующего материала, сорбента, катализатора окислительно-восстановительных процессов и биологического обеззараживания.

За последние годы сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского ветеринарного института птицеводства и Петрозаводским государственным университетом проведены исследования по использованию шунгита в комбикормах для кур-несушек.

Применение в полнорационных комбикормах для кур-несушек шунгита повышает сохранность поголовья и яйценоскость, улучшает конверсию корма и использование питательных веществ, снижает затраты корма на единицу продукции [9].

Кроме того, проведены исследования применения в кормах для форели карельского шунгита. Выяснилось, что шунгит продлевает срок хранения комбикормов [10].

На территории Беларуси разработано месторождение трепела «Стальное» (Хотимский район Могилевской области) [11]. Трепел — рыхлая или слабо сцементированная, очень легкая, тонкопористая опаловая осадочная порода, в состав которой входит аморфный кремнезем (45–65%) и глинистая часть, представленная монтмориллонитом (35–55%). Содержит комплекс макро- и микроэлементов (кальций, фосфор, натрий, калий, железо, марганец, селен и др.) В сухом состоянии имеет светлый серый цвет, без запаха.

Благодаря высокому содержанию кальция трепел этого месторождения относится к известковому типу с достаточно равномерным распределением кремниевой, глинистой и карбонатной составляющих и широким распространением цеолитов (до 25 %), тонко рассеянных в матрице. Трепел характеризуется отличными адсорбирующими свойствами, которые обусловлены большой удельной поверхностью и ионно-обменными свойствами, а также высокой пористостью. Обладая большой активной поверхностью в желудочно-кишечном тракте, трепел должен селективно адсорбировать углекислый газ, аммиак, метан, сероводород, углеводороды, воду, фенолы, экзо- и эндотоксины, тяжелые металлы, радионуклиды, гнилостные микроорганизмы и т.д.

В Республике Беларусь проводились исследования по использованию трепела в рационах сельскохозяйственных животных — молодняка крупного рогатого скота, свиней и птицы. Они показали, что ввод его в корм способствует приросту массы на 8–10 %, улучшает переваримость корма, гематологические показатели, повышает резистентность организма животных [12].

Проводились исследования применения минеральной добавки трепел в рационе сеголетков карпа. Полученные результаты показали, что она, в первую очередь, положительно влияет на обменные процессы, происходящие в организме рыбы. Способствует более полному усвоению корма, увеличивает темп роста рыбы, ее выживаемость и жизнестойкость, благоприятствует более экономичному расходованию резервных веществ во время зимовки [13].

Комбикорма для аквакультуры в Республике Беларусь производятся для ценных видов рыб посредством обработки в экструдере с целью придания продукту необходимых физических свойств. Плавающие, тонущие свойства корма, впитывание им жира являются важными характеристиками, которые влияют на питательные и экологические аспекты корма. Корм, который не сразу поедается рыбами, должен быть стабилен для сохранения качества воды. Плавучесть корма специфична для каждого вида рыб и влияет на эффективность его использования. При этом на плавучесть гранул влияет насыпная плотность корма (табл. 1). В свою очередь на эти важные для продукта свойства оказывают влияние компоненты рецептуры и процессы производства комбикорма. Форель — это рыба, для которой необходим медленно тонущий корм. Гранулы должны быть водостойкими, выдерживать условия перевозки и воздействие рабочих органов автоматических устройств для кормления. Также следует отметить, что рыба не потребляет крошкообразную фракцию в процессе кормления [14].

Таблица 1. Зависимость насыпной плотности корма от плавающих или тонущих свойств
Table 1. Dependence of the bulk density of feed on floating or sinking properties

Характеристика корма	Насыпная плотность при температуре воды 20 °С	
	Морская вода соленостью 3 ‰	Пресная вода
Быстро тонущие	>640 г/л	>600 г/л
Медленно тонущие	580–600 г/л	540–560 г/л
Нейтрально плавающие	520–540 г/л	480–500 г/л
Плавающие	<480 г/л	<440 г/л

На данный момент физико-механические свойства отечественного комбикорма для ценных видов рыб не всегда отвечают современным требованиям, что приводит к более высоким затратам кормов на килограмм прироста живой массы, к загрязнению окружающей среды и повышенным непроизводительным затратам кормов. Это одна из причин, почему рыбководы закупают дорогостоящие импортные корма западных компаний [15].

Поэтому актуальна разработка рецептов отечественных комбикормов для форели и технологии производства, которая обеспечит стабильное качество комбикорма и его структурно-механических свойств не зависимо от состава [16, 17].

Целью исследований является изучение влияния шунгита и трепела на перевариваемость протеина в составе комбикорма радужной форелью и влияние дозировок шунгита и трепела на структурно-механические свойства гранул комбикорма.

Результаты исследований и обсуждения. Для исследований было разработано 6 вариантов рецептур комбикормов, в состав которых вошли рыбная мука, соя полножирная экструдированная, молоко сухое обезжиренное, кукурузный глютен, мука гороховая, пищевой черный альбумин, рыбий жир, масло соевое, дрожжи кормовые, мука мясокостная, пшеница, добавка-фитогеник «Сагарва», шунгит, трепел, кормовая добавка «СинерджиСорбДетокс-мик», которая работает как закрепитель гранул, так и как адсорбент микотоксинов и премикс. Содержание шунгита в трех разработанных вариантах кормов составляло 0,5%, 0,8% и 1,0%, а трепела в трех других вариантах вносилось в комбикорма в количестве 2%, 2,5 и 3,0%. Контрольный комбикорм содержал те же компоненты за исключением шунгита и трепела. Дозировки трепела подобраны исходя из результатов ранее проведенных исследований по разработке кормов для карпа на базе лаборатории РУП «Институт рыбного хозяйства», дозирования шунгита определены на основе рекомендаций производителя добавки.

На линии по производству комбикормов РУП «Институт рыбного хозяйства» были изготовлены опытные партии экструдированных комбикормов по приведенному выше составу. Опытные комбикорма в среднем содержали не менее 42,0% сырого протеина и не менее 20,0% сырого жира, содержание сырой клетчатки при этом составляло не более 2,5%. По всем показателям качества изготовленные комбикорма соответствовали физиологическим особенностям форели и требованиям ГОСТ 10385-2014 на комбикорма производственные для форели.

В разработанных комбикормах было определено содержание макро- и микроэлементов. Результаты представлены в табл. 2–3.

Таблица 2. Содержание макро- и микроэлементов в комбикормах для радужной форели при использовании трепела в их составе
Table 2. The content of macro- and microelements in compound feeds for rainbow trout using tripoli in their composition

Дозировка, %	Макроэлементы, мг/100 г			
	K	Na	Ca	Mg
0,0 (контроль)	624,22	738,97	2112,59	100,22
2,0	627,83	803,69	2257,65	139,03
2,5	680,47	902,24	2279,64	221,11
3,0	730,32	896,80	2393,43	137,76
	Микроэлементы, мг/100 г			
	Cu	Zn	Mn	Fe
0,0 (контроль)	0,908	1,574	1,090	27,150
2,0	0,983	4,378	1,245	27,473
2,5	1,258	5,528	1,388	34,761
3,0	1,688	9,642	1,554	48,430

Анализируя данные табл. 2, видим, что с ростом дозировки трепела содержание всех макро- и микроэлементов в составе комбикормов увеличивается, особенно цинка, так его содержание при дозировке 3,0% по сравнению с контролем увеличивается в 6 раз.

Цинк оказывает влияние на рост рыб, развитие, размножение и принимает активное участие в образовании костей, кроветворении. Дефицит цинка у рыб проявляется в плохом росте, потере аппетита, повышенной смертности. Для радужной форели помимо этих общих признаков характерны катаракта, эрозия плавников, укорочение тела [18]. Потребности в пищевом цинке колеблются в среднем в пределах 15–40 мг/кг комбикорма. Доступность цинка из корма колеблется, по данным Н.Т. Сергеевой [19], в широких пределах 22–72%. Интенсивность поглощения цинка из разных источников может быть неодинаковой из-за антагонизма с другими микроэлементами. Так же, как и марганец, цинк плохо усваивается из некоторых видов рыбной муки, особенно из белой муки, содержащей много костей, что связывают с присутствием в ней большого количества кальция и фосфора. Отрицательное действие на доступность цинка оказывает и фитиновая кислота растительных компонентов, которая образует малодоступные минеральные комплексы.

Аналогичная ситуация и при использовании шунгита в составе комбикормов для радужной форели (табл. 3). При дозировке шунгита 1,0% содержание цинка выше в 5,3 раза по сравнению с контролем.

Увеличение содержания других макро- и микроэлементов происходит в меньшем количестве и в пределах потребности радужной форели в этих элементах.

Таблица 3. Содержание макро- и микроэлементов в комбикормах для радужной форели при использовании шунгита в их составе

Table 3. The content of macro and microelements in compound feeds for rainbow trout using shungite in their composition

Дозировка, %	Макроэлементы, мг/100 г			
	К	Na	Ca	Mg
0,0 (контроль)	624,22	738,97	2112,59	100,22
0,5	636,09	886,03	2340,68	142,25
0,8	709,98	885,82	2370,45	172,47
1,0	774,93	959,87	2616,33	174,42
	Микроэлементы, мг/100 г			
	Cu	Zn	Mn	Fe
0,0 (контроль)	0,908	1,574	1,090	27,150
0,5	1,498	2,962	1,289	21,318
0,8	1,650	5,541	1,416	23,248
1,0	1,889	8,282	1,520	34,697

После изучения химического состава комбикормов был определен коэффициент видимой переваримости сырого протеина опытных комбикормов по методике Шербины М. А. [20, 21, 22]. Для определения переваримости через сутки после голода рыбе давали однократно суточную дозу корма. Через 30 минут остатки корма убирали, высушивали и взвешивали. Разница между заданной суточной дозой корма и ее остатками составляло количество корма, съеденного рыбой. Через 14 часов извлекали содержимое из 1/3 заднего отдела кишечника. Условно их принимали за экскременты. Экскременты от рыб из одного аквариума объединяли в одну пробу.

Расчет коэффициента видимой переваримости сырого протеина комбикормов вели по формуле:

$$K_{\text{вп}} = \frac{P_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}} - P_{\text{э}} \cdot C_{\text{э}}}{P_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $P_{\text{к}}$ и $P_{\text{э}}$ — содержание питательного вещества в корме и экскрементах, %; $C_{\text{к}}$ и $C_{\text{э}}$ — количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г.

Опытные группы рыб содержались в аквариумах объемом по 250 литров каждый. В течение эксперимента проводили контроль за температурным режимом и содержанием растворенного в воде кислорода. Средняя температура воды в течение опыта для форели составляла $12,5 \pm 1,3^\circ\text{C}$. Содержание растворенного в воде кислорода не опускалось ниже 8 мг $\text{O}_2/\text{л}$, что считается хорошим показателем для выращивания форели и осетра [23, 24].

Пользуясь формулой (1), был рассчитан коэффициент видимой переваримости сырого протеина комбикормов (табл. 4).

Таблица 4. Переваримость сырого протеина комбикормов

Table 4. Digestibility of crude protein of mixed fodders

Компонент	Дозировка, %	Протеин, %		
		$P_{\text{к}}$	$P_{\text{э}}$	$K_{\text{вп}}$
Трепел	2,0 %	39,70	23,84	80,2
Трепел	2,5 %	39,20	26,07	78,7
Трепел	3,0 %	41,70	27,75	79,9
Шунгит	0,5 %	39,89	25,07	75,9
Шунгит	0,8 %	43,00	23,26	78,7
Шунгит	1,0 %	40,03	63,77	86,7
Контроль		43,88	47,52	80,3

Как показывает анализ полученных результатов, самый высокий коэффициент видимой переваримости сырого протеина отмечен при кормлении форели комбикормом с внесением в его состав 1,0 % шунгита, коэффициент видимой переваримости при этом составил 86,7 %. Это выше на 7,4 % по отношению к контролю. Внесение трепела приводит к снижению коэффициента видимой переваримости протеина по сравнению с контролем.

Для изучения влияния ввода шунгита и трепела на структурно-механические свойства комбикорма были определены следующие показатели: насыпная плотность, разбухаемость и твердость.

На основании полученных данных построена диаграмма изменения значений насыпной плотности и разбухаемости комбикорма в зависимости от процента ввода трепела в состав комбикорма (рис. 1).

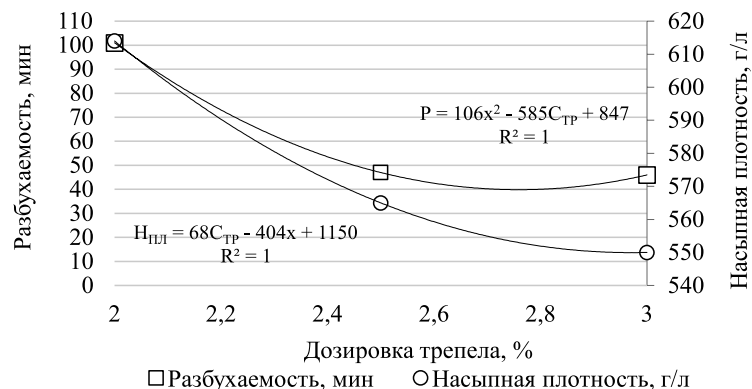


Рис. 1. Диаграмма изменения значений насыпной плотности и разбухаемости комбикорма в зависимости от процента ввода трепела

Fig. 1. Diagram of the change in the values of the structural and mechanical properties of the feed, depending on the percentage of tripoli input

Анализ диаграммы на рис. 1, показал, что с увеличением количества трепела в комбикорме снижается его насыпная плотность и разбухаемость по полиномиальному закону. Внесение трепела в количестве 2,0 % приводит к увеличению насыпной плотности и разбухаемости комбикорма по сравнению с контрольным вариантом на 10,8% и 41,6% соответственно. Насыпная плотность контрольного комбикорма составила 554 г/л, а разбухаемость 59 минут. Оптимальные значения структурно-механических свойств комбикорма получены при дозировке трепела в составе комбикорма в количестве 2,0 %.

На рис. 2 представлена диаграмма изменения значений насыпной плотности и разбухаемости комбикорма в зависимости от дозировки шунгита.

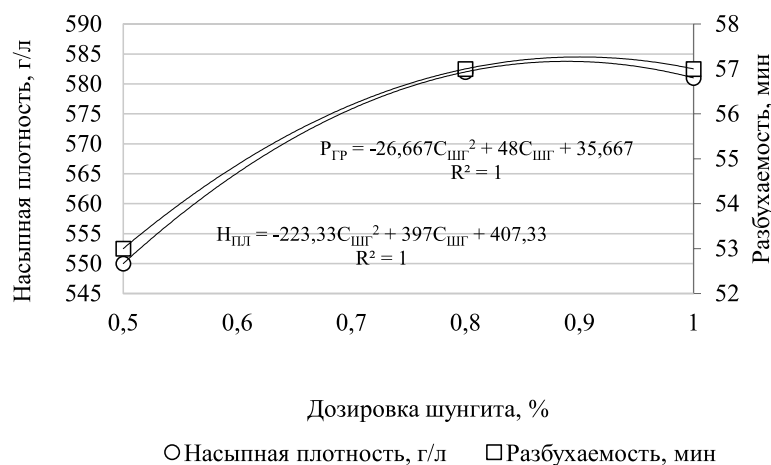
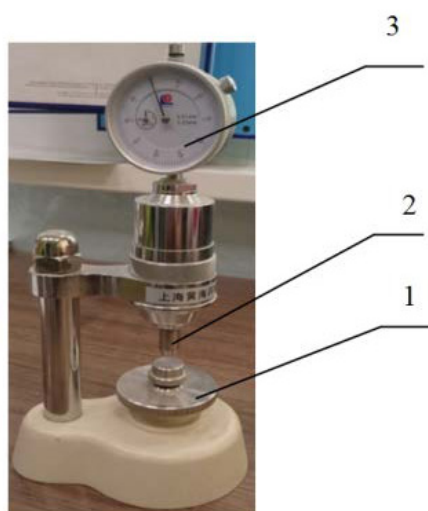


Рис. 2. Диаграмма изменения значений насыпной плотности и разбухаемости комбикорма в зависимости от процента ввода шунгита

Fig. 2. Diagram of changes in the values of the structural and mechanical properties of feed, depending on the percentage of input of shungite

Графики на диаграмме на рис. 2 показывают, что с увеличением количества шунгита в комбикорме плавно увеличивается его разбухаемость и насыпная плотность. Установлено, что насыпная плотность и разбухаемость комбикормов при дозировках шунгита 0,8 и 1,0 % находятся на одном уровне. Внесение в состав комбикорма шунгита в количестве 0,8 % увеличивает насыпную плотность на 5,1 % в сравнении с контрольным вариантом.

Далее определяли влияние дозировки трепела и шунгита на твердость получаемых гранул при одинаковых режимах производства комбикорма. Анализировали лучшие по насыпной плотности и разбухаемости образцы, а также контроль. Данные образцы комбикорма получены при следующих технологических режимах производства: температура влаготепловой обработки $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, влажность рассыпного комбикорма после влаготепловой обработки $28 \pm 0,2$ %, температура экструдирования $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Твердость гранул определяли при помощи лабораторного твердомера, методом разрушения гранул, внешний вид которого представлен на рис. 3.



1 — поворотный столик для гранул комбикорма, 2 — металлический разрушающий стержень, 3 — динамометр сжатия

Рис. 3. Твердомер для измерения твердости гранул разрушением
Fig. 3. Hardness tester for measuring the hardness of granules by destruction

Результаты по определению твердости гранул представлены в табл. 5.

Таблица 5. Твердость гранул производственного комбикорма для форели
Table 5. Hardness of trout production feed pellets

Образец	Твердость гранул, Н
Комбикорм с содержанием шунгита 1,0 %	$33,81 \pm 0,98$
Комбикорм с содержанием шунгита трепела 2,0 %	$76,93 \pm 0,98$
Контроль	$31,85 \pm 0,98$

Анализ данных табл. 5 показал, что при внесении трепела в состав комбикорма увеличивается его твердость более чем в 2 раза в сравнении с контрольным вариантом. При добавлении шунгита в комбикорм твердость гранулы находится на уровне с контрольным вариантом.

Заключение. В результате проведенных исследований было изучено содержание макро- и микроэлементов при различных дозировках трепела и шунгита в составе комбикормов для радужной форели. Установлено, что увеличение дозировок трепела и шунгита увеличивает содержание макро- и микроэлементов в составе комбикорма, отмечено значительное повышение содержания цинка при использовании данных добавок в составе комбикормов для радужной форели.

Изучено влияние дозировок шунгита и трепела на коэффициент видимой переваримости протеина комбикормов для радужной форели. Установлено, что самый высокий коэффициент видимой переваримости сырого протеина отмечен при кормлении форели комбикормом

с внесением 1,0 % шунгита, который составил 86,7 %. Это выше на 7,4 % по отношению к контролю и на 6,5 % по отношению к трепелу в дозировке 2,0 %.

Изучено влияние внесения шунгита и трепела на насыпную плотность и разбухаемость гранул. На основании полученных данных построены диаграммы изменения значений насыпной плотности и разбухаемости комбикорма в зависимости от дозировки трепела и шунгита. Добавление трепела в количестве 2,0 % приводит к увеличению насыпной плотности и разбухаемости комбикорма, по сравнению с контрольным вариантом, на 10,8 % и 41,6 % соответственно. Установлено, что комбикорм, содержащий 0,8 % шунгита в своем составе, увеличивает насыпную плотность на 5,1 % в сравнении с контрольным вариантом.

Изучено влияние внесения трепела и шунгита на твердость получаемых гранул при одинаковых режимах производства комбикорма. При дозировке трепела 2,0 % увеличивается твердость гранул более чем в 2 раза в сравнении с контрольным вариантом, а при дозировке шунгита в количестве 1,0 % твердость находится на уровне контрольного комбикорма.

По результатам исследований можно заключить, что для улучшения структурно-механических свойств гранул комбикорма в составе рецептур лучше использовать трепел в количестве 2,0 %, а для повышения видимой переваримости протеина комбикорма шунгит в количестве 1,0 %.

Список использованных источников

1. Агеец, В.Ю. Современное состояние и перспективы развития комбикормов для пресноводных рыб / В.Ю. Агеец, Ж.В. Кошак // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч.тр. / под общ. ред. В.Ю. Агееца. — Минск, 2016. — Вып. 32. — С. 75–86.
2. Лапицкая, Л.Н. Питание и пищевые взаимоотношения молоди рыб / Л.Н. Лапицкая // Изв. ВНИОРХ. — Т. XLV, 1988.
3. Руководство по технологии комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов: в 2 т. / под ред. В.А. Афанасьева. — Воронеж, 2008. — Т. 1. — 196 с.
4. Мирзоева, Л.М. Производство и использование кормов для лососевых в Норвегии / Л.М. Мирзоева // Инф.пакет «Аквакультура». Корма и кормление рыб. — М.: ЦНИИТЭИРХ, 1995. — Вып. 1. — С.7–12.
5. Frensel, E. Untersuchungen über den Mineralstoff-Bedarf von Regenbogen-Forellen (Salmogairdneri, R.) / E. Frensel, E. Pfeffer // Arch. Tierernähr. — 1982. — 32, №1. — С.1–8.
6. Цирульская, З.И. Включение в корма микроэлементов для улучшения роста / З.И. Цирульская, В.Д. Люкшина // Сб. науч. тр. НИИ оз. и реч. рыб. х-ва. — Л., 1981. — №176. — С. 151–154.
7. Абросимова, Н.А. Потребность молоди осетровых в некоторых макроэлементах и витаминах / Н.А. Абросимова // Тез. докл. науч.-практ. конф. «Пробл. иперсп. Развакульт. В России». — Краснодар, 2001. — С.131–132.
8. Запорожец, Г.В. Влияние добавок кобальта и марганца в корма на некоторые биологические показатели искусственно выращиваемой молоди тихоокеанских лососей / Г.В. Запорожец // Корма и методы кормления марикультуры. — 1988. — С.145–152.
9. Фисинин, В. Шунгит в рационе кур-несушек / В. Фисинин, И. Егоров, Т. Егорова, А. Шевяков, А. Болгов, Н. Лери // Комбикорма. — 2016. — №2. — С. 64–66.
10. В Петрозаводске разрабатывают рецептуру отечественного комбикорма для форели [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-podvedomstvennykh-uchrezhdeniy/53866/>. — Дата доступа: 29.04.2023.
11. Голушко, В.М. Трепел месторождения «Стальное» Хотимского района Могилевской области в кормлении сельскохозяйственных животных / В.М. Голушко А.И. Козинец, С.А. Линкевич [и др.] — РУП «Научнопрактический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Жодино, 2013. — 12 с.
12. Трепел месторождения «Стальное» Хотимского района Могилевской области в кормлении молодняка крупного рогатого скота [Текст] / В.М. Голушко, А.И. Козинец, С.А. Линкевич, М.А. Надаринская, О.Г. Голушко, Т.Г. Козинец, А.В. Голушко // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. — 2013. — №3. — С. 94 – 100.
13. Орлов, И. А. О перспективах использования трепела в рыбном хозяйстве / И. А. Орлов, Н. Н. Гадлевская // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей III Международной научно-практической конференции, Минск, 23-24 марта 2017 г. — Минск: БГАТУ, 2017. — С. 321–323.
14. Вик, Г. Управление плавучестью кормов для аквакультуры / Г. Вик, Д. Кернс, Е. Булах // Комбикорма. — 2016. — №3. — С. 30–33.
15. Агеец, В. Ю. Проблемы и перспективы производства биологически полноценных комбикормов для рыб в Республике Беларусь / В.Ю. Агеец, Ж.В. Кошак, А.Э. Кошак // Вести Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. — 2017. — №2. — С. 91–99.

16. *Скляр, В. Я.* Корма и кормление рыб в аквакультуре / В.Я. Скляр. — М.: ВНИРО, 2008. — 150 с.
17. *Васильева, Л. М.* Кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре / Л.М. Васильева, С.В. Пономарев, Н.В. Судакова // Астрахань: ИПК «Волга», 2000. — 24 с.
18. Steffens, W. Grundlagen der Fischernahrung. VEB Gustav Fischer Verlag / W SteffensБ Jena, 1985. 226 s.
19. *Сергеева, Н.Т.* К вопросу о минеральном составе корма РГМ-5В для форели, выращиваемой в установке с замкнутым водоснабжением // Вопросы физиологии и биохимии питания рыб: Сб. науч. тр. М.: ВНИИПРХ, 1987. — Вып. 52. — С. 18–28.
20. *Щербина, М.А.* Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа / М. А. Щербина. — М.: Пищевая промышленность. — 1973. — 130 с.
21. *Щербина, М.А.* Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин. — М.: Издательство ВНИРО. — 2006. — С. 300–305.
22. *Щербина, М. А.* Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А.Щербина, Е. А. Гамыгин. — Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2015. — 292 с.
23. *Титарев, Е. Ф.* Состояние и научно-технический уровень форелеводства / Е.Ф. Титарев // Избранные труды ВНИИПРХ. — 2002.— Т. III. — С.142–147.
24. *Пономарев, С. В.* Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева. — Астрахань: АГТУ, 2003. — 255 С.

Информация об авторах

Кошак Жанна Викторовна, кандидат технических наук, доцент, заведующая лабораторией кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» (ул. Стебенева, 22, 220024 г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: Koshak.zn@gmail.com

Рыбкина Евгения Евгеньевна, научный сотрудник лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь).

E-mail: evgesha.rybkina.97@mail.ru

Рыбаков Игорь Мэлсович, советник компании «А-Соль», (Аптека́рская набережная, д. 20, лит. А г. Санкт-Петербург, Российская Федерация).

E-mail: i.rybakov57@gmail.com

Information about authors

Koshak Zhanna Viktorovna, PhD (Engineering), associate professor, head of the feed laboratory of the RUE “Fish Industry Institute” (22 Stebeneva St., 220024 Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: Koshak.zn@gmail.com

Rybkin Evgeniya Evgenievna, Researcher, Feed Laboratory, RUE “Fish Industry Institute” of the RUE “Scientific and Practical Center of Belarus National Academy of Sciences for Animal Husbandry” (22 Stebeneva St., 220024 Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: evgesha.rybkina.97@mail.ru

Ribakov Igor Melsovich, adviser to the company “A-Sol”, (20, lit. A, Aptekarskaya embankment, St. Petersburg, Russian Federation).

E-mail: i.rybakov57@gmail.com

УДК 664.642.2

Поступила в редакцию 22.11.2023
Received 22.11.2023**З. В. Ловкис¹, Л. В. Евтушевская¹, С. С. Гальго²**¹*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*²*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ПОДГОТОВКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА

Аннотация. В статье описаны этапы подготовки технологии производства энергетических специализированных продуктов питания. Дана классификация машин и аппаратов для формования мелкоштучных пищевых продуктов. На основании результатов исследований приведен перечень технологических операций и схема конструкции машины для изготовления продуктов специализированного питания.

Ключевые слова: машина, аппарат, технология и технологические операции, принцип действия, батончик, специализированное и энергетическое питание.

Z. V. Lovkis¹, L. V. Yevtushevskaya¹, S. S. Galgo²¹*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus*²*Educational institution “Belarusian State Agrarian Technical University”, Minsk, Republic of Belarus*

PREPARATION OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF ENERGY SPECIALIZED FOOD PRODUCT

Annotation. The article describes the stages of preparing technology for the production of energy specialized food products. A classification of machines and apparatus for molding small-piece food products is given. Based on the research results, a list of technological operations and a design diagram of a machine for the production of specialized food products are given.

Keywords: machine, apparatus, technology and technological operations, operating principle, bar, specialized and energy nutrition.

Введение. В пищевом рационе должны присутствовать в необходимых количествах все жизненно важные (эссенциальные) вещества для пластических целей и регуляции физиологических функций. Содержание и соотношение этих веществ (нутриентов) должно быть оптимально сбалансированным, что и определяет их усвояемость и эффект действия. Адекватность питания обеспечивается разнообразием продуктов в рационе.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, суточная потребность у мужчин в возрасте от 18 до 30 лет весом 80 килограммов при среднем уровне активности составляет около 2500 ккал. Для мужчин этой же категории, но с тяжелыми физическими нагрузками, потребность в суточных килокалориях составляет около 3850 ккал. У женщин суточная потребность в энергии примерно на 15 % ниже, чем у мужчин.

Актуальным является использование нетрадиционного отечественного сырья как ингредиента в рецептуре хлебобулочных изделий с повышенной энергетической ценностью.

Цель проводимых исследований — разработка технологии производства энергетического специализированного пищевого продукта, представляющего собой мелкоштучное хлебобулочное изделие с повышенной энергетической ценностью.

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе исследований были изучены и подобраны основные ингредиенты разрабатываемого изделия. Сырье для получения пищевых продуктов условно можно разделить на две основных группы. Первую группу составляет продукция отрасли растениеводства: зерно и семена, овощи, плоды и ягоды; продукция отрасли животноводства: мясо, молоко, яйца, минеральные продукты (соль, сода и др.).

Во вторую входят мука, сахар, растительное и сливочное масло, виноматериалы, дрожжи и другие продукты, полученные путем переработки продуктов первой группы.

Качество пищевых продуктов зависит не только от соблюдения технологии их производства, но и от состава и качества сырья, его полной безвредности для здоровья человека. Качество сырья определяется системой показателей, которые отображают химический состав, калорийность, физические свойства, влажность, засоренность, загрязненность, однородность. Важной характеристикой является содержание в сырье полезных веществ, необходимых для приготовления готового продукта (сахар в свекле, крахмал в картофеле, масло в семенах и т. д.), а также возможность их извлечения из сырья. Это обуславливает определенные требования к проектированию пищевых предприятий и эксплуатации технологических линий.

При производстве сухих специализированных продуктов, независимо от способа производства и аппаратного оформления процесса, можно выделить основные технологические схемы производства сухих продуктов: 1) смешивание компонентов в жидком виде с последующей сушкой, 2) сухое смешивание компонентов, 3) комбинированный способ.

Принципиальное отличие этих технологических схем заключается в том, что в первом случае все компоненты в ходе технологического процесса вносятся в жидкую основу. При этом водорастворимые компоненты растворяются в ней, а жировые эмульгируются. Полученная смесь затем подвергается сушке.

Во втором случае предполагается смешивание компонентов в сухом виде в необходимых пропорциях.

В третьем случае часть компонентов смешивается в сухом виде, а часть — в жидком. Технологический процесс производства сухих продуктов по первой технологической схеме (смешивание компонентов осуществляется в жидком виде с последующей сушкой) реализуется в настоящее время на многих промышленных предприятиях.

На следующем этапе исследований с целью подбора оборудования для формования специализированного энергетического пищевого продукта проведена классификация существующих машин для формования пищевых продуктов.

Машины для формования изделий подразделяются на машины для ручной формовки и для механизированного формования. Машины могут быть следующих видов: горизонтальные/вертикальные; барабанные/роторные; настольные/напольные; автономные/агрегатные; полуавтоматы/автоматы.

Ручные формовочные механизмы используются на предприятиях общественного питания для подготовки полуфабрикатов при небольших производствах, в пунктах питания с малым числом посадочных мест, при производстве рубленых полуфабрикатов.

Машины для формования изделий с начинкой методом штамповки выпускаются в разном исполнении: с ручным или механическим приводом; настольные и напольные и т. д. Простым техническим решением для реализации метода штамповки из раскатанного тестового пласта является ручное формующее устройство, предназначенное для изготовления чебуреков, самсы и т. д.

В настоящее время для производства пельменей, вареников и равиоли применяется одна из известных схем формования изделий: формование непрерывных двухслойных трубочек с последующим штампованием из них пельменей и имитация ручной лепки. Данный способ предпочтительнее, поскольку тесто, полученное при прохождении через раскаточное устройство, не теряет своих физических свойств (упругость, растяжимость и эластичность), не изменяется его внутренняя макро- и микроструктура, в пласте теста происходит релаксация, т. е. уменьшение и выравнивание внутренних напряжений, что в конечном счете заметно снижает процент развариваемости и разрушения изделий при их приготовлении и качественно влияет на вкусовые характеристики.

С целью получения готовых хлебобулочных изделий с начинкой, оптимизированных по энергетической ценности, обладающих оптимальными органолептическими и физико-химическими показателями, на начальном этапе было подобрано сырье, изучен его химический состав и разработаны проекты рецептурных составов.

Для получения экспериментальных образцов мелкоштучных энергетических хлебобулочных изделий с начинкой использовали следующее сырье: муку пшеничную хлебопекарную по ГОСТ 26574-2017, дрожжи хлебопекарные прессованные по ГОСТ 171-2015, соль поваренную пищевую по ГОСТ 13830-97, сахар-песок по ГОСТ 33222-2015, масло сливочное по ГОСТ 322261-2013, яйца куриные пищевые по ГОСТ 31654-2012, воду питьевую.

В лабораторных условиях РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проведены исследования по получению образцов мелкоштучных хлебобулочных изделий с повышенной энергетической ценностью, разработаны проек-

ты рецептурных составов, где основным сырьем являются мука пшеничная, дрожжи хлебопекарные прессованные, сахар песок, смесь воды и молока, яйца куриные, масло сливочное.

Технологический процесс получения мелкоштучных хлебобулочных изделий с начинкой включает несколько этапов (рис. 1):

- ♦ подготовка сырья, взвешивание ингредиентов согласно проекта рецептуры, их измельчение и дозирование;
- ♦ приготовление теста, включает в себя замешивание и брожение теста. Для приготовления пшеничного теста применяли опарный способ тестоведения;
- ♦ формование теста (готовое тесто раскатывали в прямоугольный пласт и нарезали из него квадратики размером 6х6 см), укладка в формы и расстойка тестовых заготовок в течение 30–50 минут;
- ♦ выпекание тестовых заготовок при температуре 180–200 °С, охлаждение, наполнение начинкой;
- ♦ упаковка готового изделия.

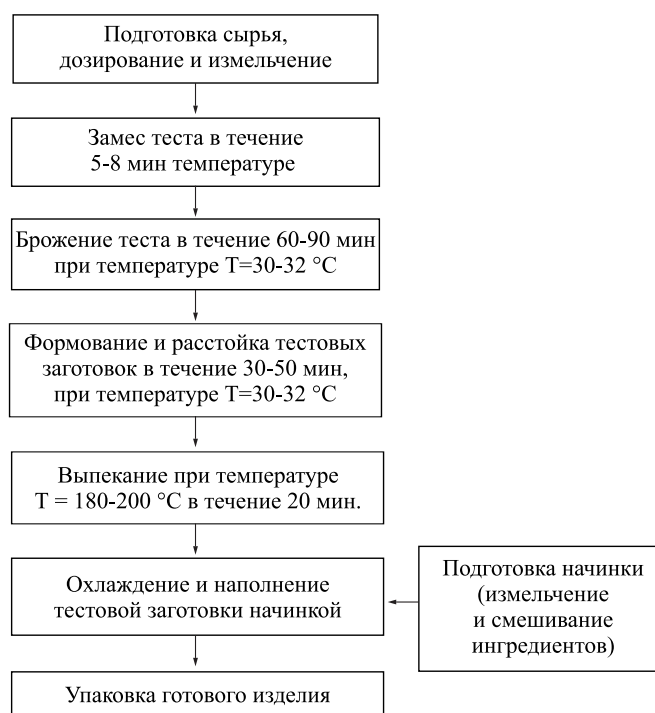


Рис. 1. Блок-схема получения мелкоштучных хлебобулочных изделий с повышенной энергетической ценностью

Fig. 1. Block diagram of obtaining small-piece bakery products with increased energy value

Для производства энергетического специализированного пищевого продукта в лабораторных условиях подготовлена установка и получен опытный образец продукта — мелкоштучных хлебобулочных батончиков с начинкой.

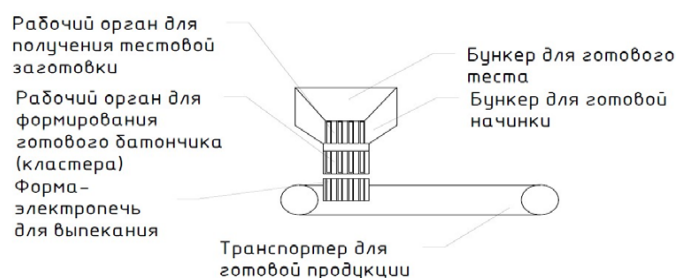


Рис. 2. Схема аппарата для изготовления мелкоштучных хлебобулочных изделий — батончиков с начинкой

Fig. 2. Diagram of an apparatus for the production of small-piece baked goods — bars with filling

Заключение. На основании рассмотренного материала по оборудованию и технологиям формования была предложена конструкция аппарата периодического действия по изготовлению мелкоштучных хлебобулочных изделий — батончиков с начинкой и проведена пробная выпечка продукта.

Список использованных источников

1. Санитарные нормы и правила «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 г. №180.
2. Технология производства продуктов из свинины, говядины и мяса птицы : учеб.-метод. пособие для студентов по специальности 1-74 03 04 «Ветеринарная санитария и экспертиза» и слушателей ФПК и ПК / В. Н. Подрез [и др.]. — Витебск: ВГАВМ, 2019. — 64 с.
3. Нугманов, А.Х.-Х. Изучение кинетики и анализ закономерности процесса формования штранга из рыбной фаршевой смеси / А.Х.-Х Нугманов, И. Алексанян // Индустрия питания.— 2018. — Т. 3. — №3. — С. 46–51. DOI: 10.29141/2500-1922-2018-3-3-7.
4. Технология продуктов мясопереработки / С. А. Артюхова [и др.]. — М.: Колос, 2007. — 490 с.
5. Гинзбург, А. С. Реологические характеристики пищевых продуктов: справ. / А. С. Гинзбург, М. А. Громов, Г. И. Красовская. — М.: Агропромиздат, 2009. — 287 с.
6. Ершов, А. М. Практикум по основам проектирования предприятий мясной промышленности / А. М. Ершов. — Мурманск: МГТУ, 2008. — 343 с.
7. Ершов, А. М. Современные методы расчета технологических процессов / А.М. Ершов, М.А. Ершов; МГТУ. — Мурманск, 2007. — 385 с.

Информация об авторах

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

E-mail: Lovkis.zv@mail.ru

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

E-mail: olishenia@mail.ru

Гальго Сергей Сергеевич, аспирант заочной формы обучения учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (пр. Независимости, 99, 220012, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: s.galgo@mail.ru

Information about authors

Lovkis Zenon Valentinovich, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor, Chief Researcher of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: Lovkis.zv@mail.ru

Evtushevskaya Lyudmila Vladimirovna, PhD (Engineering), senior researcher of the department of technologies for products from root crops of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food” (29 Kozlova St., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: olishenia@mail.ru

Galgo Sergey Sergeevich, part-time postgraduate student Education institution “Belarusian State Agrarian Technical University” (99, Independence Ave., 220012, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: s.galgo@mail.ru

УДК 664.22

Поступила в редакцию 22.11.2023
Received 22.11.2023

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

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продоволь-
ствию», Минск, Республика Беларусь*

РАЗРАБОТКА НИЗКОБЕЛКОВЫХ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ КАРТОФЕЛЕПРОДУКТОВ И ВЛИЯНИЕ ИХ УПОТРЕБЛЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Аннотация. В статье представлены данные научных исследований по разработке низкобелковых безглютеновых картофелепродуктов для питания людей, больных фенилкетонурией, целиакией и почечной недостаточностью. Описаны результаты исследований по показателям безопасности низкобелковых безглютеновых картофелепродуктов и доклинических испытаний влияния их употребления на организм лабораторных животных. Содержание фенилаланина в образцах составило до 50 мг на 100 г продукта.

Ключевые слова: фенилкетонурия, низкобелковые продукты, целиакия, глютен, диетотерапия, переработка картофеля, картофелепродукты, картофельный крахмал, снеки.

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

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

DEVELOPMENT OF LOW-PROTEIN GLUTEN-FREE POTATO PRODUCTS AND THE EFFECT OF THEIR CONSUMPTION ON THE BODY OF LABORATORY ANIMALS

Abstract. The article presents data from research work on the development of low-protein, gluten-free potato products for feeding people with phenylketonuria, celiac disease and renal failure. The results of studies on the safety indicators of low-protein gluten-free potato products and preclinical tests of the effect of their consumption on the body of laboratory animals are presented. The phenylalanine content in the samples was up to 50 mg per 100 g of product.

Keywords: phenylketonuria, low-protein foods, celiac disease, gluten, diet therapy, potato processing, potato products, potato starch, snacks.

Введение. Одной из задач в профилактике и лечении таких врожденных заболеваний как целиакия и фенилкетонурия является разработка низкобелковых безглютеновых продуктов [1]. Основная цель лечения целиакии и фенилкетонурии — нормальное нейрокognитивное и физическое развитие, а также психосоциальная адаптация пациента. Лучшим способом достижения этой цели является строгое соблюдение диетотерапии. Низкобелковая продукция представляет собой важный сегмент рынка, который обеспечивает потребителей качественными и здоровыми альтернативными продуктами.

Материалы и методы исследования. Показатели качества низкобелковых продуктов питания определяли по следующим методикам: массовую долю фенилаланина — по МВИ. МН. 1363-2000, массовую долю сырой клетчатки — по ГОСТ 13496.2-91. Определение показателей безопасности компонентов, входящих в состав низкобелковых продуктов питания, а также лабораторных образцов низкобелковых продуктов питания по микробиологическим показателям определяли по ГОСТ 31747, ГОСТ 30519, ГОСТ 31659, ГОСТ 10444.12, ГОСТ 10444.15. Содержание токсичных элементов — по СТБ 1313, ГОСТ 26927, ГОСТ 26930, ГОСТ 26932, ГОСТ 26933, ГОСТ 30178, ГОСТ 30538, пестицидов — гексахлорциклогексана (α , Я, γ -изомеров),

ДДТ и его метаболитов — по ГОСТ 30349, нитратов — по ГОСТ 29270, содержание радионуклидов — по ГОСТ 32161. Отбор и подготовка проб — по ГОСТ 28741, СТБ 1036 и СТБ 1053, подготовка проб для определения содержания токсичных элементов — по ГОСТ 26929.

Результаты исследований и их обсуждение. Отказ от ряда высокобелковых глютенсодержащих натуральных продуктов, в том числе обычных крупяных, макаронных, хлебобулочных изделий, связанный с лимитом потребления фенилаланина и глютена, обедняет рационы больных, не дает возможности обеспечить разнообразный рацион, достаточный объем блюд и необходимую энергетическую ценность. Применение специализированных низкобелковых продуктов в низкофенилаланиновой диете очень важно, так как по мере роста ребенка их доля в энергетической ценности рациона увеличивается с 5 до 25%. С целью расширения ассортимента продуктов для больных фенилкетонурией старше года в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» были созданы отечественные низкобелковые полуфабрикаты на основе крахмалов: макаронные и крупяные изделия, сухие смеси для выпечки хлебобулочных и кондитерских изделий. Проведены исследования по подбору рецептурных ингредиентов, определению соотношений ингредиентов низкобелковых безглютеновых картофелепродуктов — снеков и их полуфабриката — пеллет (рис. 1).



Рис. 1. Низкобелковые безглютеновые картофелепродукты

Fig. 1. Low protein gluten-free potato products

В Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проведены исследования по определению массовой доли клетчатки и фенилаланина, а также показателей безопасности. Краткие результаты исследований отражены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Содержание клетчатки и фенилаланина в низкобелковых безглютеновых картофелепродуктах

Table 1. Fiber and phenylalanine content in low-protein gluten-free potato products

№ п/п	Наименование продукта	Массовая доля клетчатки, %	Массовая доля фенилаланина, мг/100 г
1	Продукт картофельный низкобелковый со шпинатом	1,3	48,97
2	Продукт картофельный низкобелковый с луком	1,4	34,45
3	Продукт картофельный низкобелковый с луком и куркумой	1,2	43,67
4	Продукт картофельный низкобелковый с паприкой	2,2	49,45

Расчетное содержание глютена во всех образцах — менее 20 мг/100 г, т.к. все компоненты рецептурного состава не содержат глютен. Однако для сохранения данного параметра должны быть соблюдены требования при производстве безглютеновых продуктов — отдельная линия, на которой не производятся глютенсодержащие продукты.

Анализ результатов, представленных в табл. 1 и 2 показал, что все разработанные специализированные продукты питания соответствуют требованиям СанПиН ГН от 21.06.13 г. №52, ТР ТС 021/2011 по проверенным показателям, безопасный уровень содержания фенилаланина и могут быть рекомендованы в качестве специализированных продуктов питания. Таким образом, все представленные образцы новых видов картофелепродуктов соответствуют требованиям нормативной документации на конкретный вид продукции.

Таблица 2. Показатели безопасности низкобелковых безглютеновых картофелепродуктов
Table 2. Safety indicators of low-protein gluten-free potato products

№ п/п	Наименование показателя	Картофелепродукт (снеки-пеллеты)			
		рифленый со шпинатом	рифленый с луком	трубочка с луком и куркумой	трубочка с паприкой
I	Токсичные элементы				
1	Свинец	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
2	Кадмий	0,01	<0,01	<0,01	0,01
3	Ртуть	0,007	0,022	0,010	0,011
4	Мышьяк	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
II	Радиометрические исследования				
1	Удельная активность цезия-137, Бк/кг	<24	<20	<20	<22
III	Микробиологические показатели				
1	КМАФАнМ, КОЕ/г	4 x 10	2 x 10 ²	2,3 x 10 ³	5 x 10
2	Патогенные, в т.ч. сальмонеллы	в 25,0 г не обнаружено			
3	БГКП (колиформы)	В 0,1 г не обнаружено			
4	Плесени, КОЕ/г	2 x 10	<1 x 10	<1 x 10	<1 x 10
IV	Пестициды, мг/кг				
1	ГХЦГ (α-, β-, γ-изомеры)	не обнаружено (<0,001)			
2	ДДТ и его метаболиты	не обнаружено (<0,003)			
V	Содержание нитратов, мг/кг	169	76	76	106

Для установления влияния употребления низкобелковых картофелепродуктов на организм проведены доклинические исследования на лабораторных животных. Исследования проводились ГНУ «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси». Работа выполнялась на крысах-самцах Wistar в возрасте 1,5–2 месяца массой 180–210 г и мышах-самцах ICR в возрасте 1,5–2 месяца средней массой 19–23 г. Лабораторные животные предварительно были взвешены и рандомизированы на 5 групп. Общее количество крыс — 35 (по 7 животных в каждой группе), мышей — 25 (по 5 животных в каждой группе). Животным ежедневно на протяжении 30 дней (крысы) и 21 дня (мыши) в корм добавляли образцы снеков №1–4. Эксперимент проводился по следующим критериям, представленным на рис. 2.

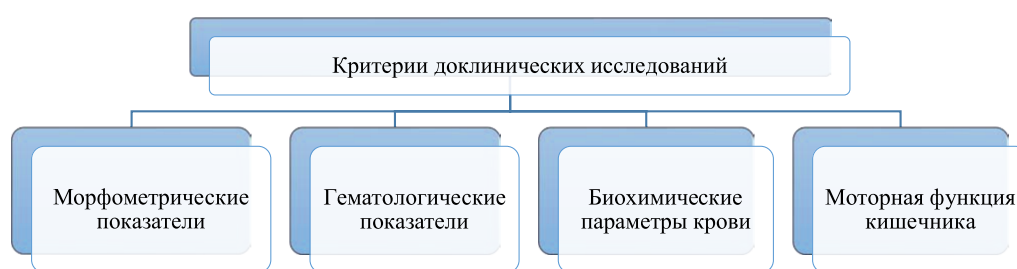


Рис. 2. Критерии доклинических исследований
Fig. 2. Criteria for preclinical studies

Морфометрические показатели. Общее состояние крыс, получавших низкобелковые безглютеновые картофелепродукты, было в пределах нормы. У животных, находящихся на обычном питании, за 30 дней прибавка в весе составила 14 %, а у животных, употреблявших в пищу исследуемые образцы, вес увеличился на 20–26 %. Анализ абсолютной массы сердца, почек, печени и селезенки животных показал, что исследуемые образцы не оказывают существенное влияние на органы. Анализ относительной массы различных органов также не показал статистических различий между контрольной и опытными группами. Все исследуемые образцы снеков не вызывают патологических нарушений индексов таких органов, как сердце, печень, почки и селезенка у крыс. Тест предельного плавания зафиксировал увеличение физической выносливости и работоспособности экспериментальных животных.

Гематологические показатели. Анализ состояния метаболических процессов в организме контрольных и опытных животных показал, что все исследуемые показатели крови находятся в пределах физиологических норм. Результаты эксперимента свидетельствуют об отсутствии повреждающего действия длительного употребления различных видов снеков-пеллетов на гемопоэз и свойства крови, что подтверждается стабильным уровнем форменных элементов крови.

Биохимические параметры крови. В пробах сыворотки крови обнаруживается стабильность концентрации общего белка и альбумина у крыс, употреблявших в пищу разработанные продукты питания, что указывает на стабильность белковообразующей функции печени. Биохимические показатели уровня билирубина в сыворотке крови экспериментальных животных были стабильными. Уровень глюкозы у самцов крыс опытных вариантов в течение 30 дней находился в интервале от $9,13 \pm 0,32$ до $10,01 \pm 0,39$ ммоль/л, что свидетельствует об отсутствии нежелательного побочного действия изделий на функциональное состояние печени и поджелудочной железы. Содержание триглицеридов в крови у крыс, в рационе которых преобладал образец №1 (снеки низкобелковые безглютеновые со шпинатом) достоверно снизилось до $1,09 \pm 0,08$ ммоль/л по сравнению с животными контрольной группы — $1,41 \pm 0,09$ ммоль/л ($p \leq 0,05$). Таким образом, в результате проведенного биохимического исследования было выявлено положительное влияние низкобелковых картофелепродуктов на нормализацию обменных процессов в организме, что выражалось в снижении уровня триглицеридов в крови крыс и повышении уровня липопротеидов высокой плотности.

Изучение влияния употребления снеков в пищу показало, что разработанные продукты не вызывают никаких дисфункций тонкого кишечника. Установлено, что у животных, употреблявших в пищу ассорти снеков, наблюдалось снижение значения индекса локомоторной активности тонкого кишечника и более длительного усвоения питательных веществ. У животных, употреблявших в пищу монообразцы снеков, наблюдалась тенденция к незначительному усилению моторной функции кишечника, не влияющая на общее физиологическое состояние животных.

Заключение. Проведены исследования разработанных низкобелковых безглютеновых продуктов по показателям безопасности и проанализированы результаты доклинических испытаний влияния их употребления на организм лабораторных животных. Исследования образцов подтверждает, что все разработанные специализированные продукты питания соответствуют требованиям СанПиН ГН от 21.06.13 г. № 52, ТР ТС 021/2011 по проверенным показателям. Доклинические лабораторные испытания показали, что длительное введение в пищевой рацион низкобелковых картофелепродуктов не изменяет функционального состояния важнейших органов и систем организма подопытных животных. Разработанные продукты питания не вызывают патологических нарушений веса животных и не влияют на индекс внутренних органов (сердце, печень, почки, селезенка). Употребление в пищу снеков-пеллетов не оказывает отрицательного влияния на моторную функцию тонкого кишечника, не вызывает никаких дисфункций тонкого кишечника. Низкобелковые картофелепродукты (снеки-пеллеты) при дополнительном введении в рацион питания проявляют выраженную способность повышать физическую работоспособность и выносливость к экстремальной физической нагрузке. Оценка биохимических показателей крови продемонстрировала положительное влияние употребления снеков-пеллетов на нормализацию обменных процессов в организме — регуляцию липидного обмена, что выражалось в снижении уровня триглицеридов и повышению липопротеидов высокой плотности в крови крыс. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования низкобелковых картофелепродуктов, позволяя рекомендовать их в качестве продуктов питания различных возрастных категорий населения.

Список использованных источников

1. Уложникова, М. Ю. Разработка новых видов низкобелковых безглютеновых картофелепродуктов со сниженным содержанием жира / М. Ю. Уложникова // Молодежь в науке — 2023 : тезисы докладов XX Международной научной конференции молодых ученых (Минск, 20–22 сентября 2023 г.) : аграрные, биологические, гуманитарные науки и искусства, медицинские, физико-математические, физико-технические, химия и науки о Земле / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. — Минск: Беларуская навука, 2023. — С. 83–85.
2. Моргунова, Е. М. Потребительские предпочтения в отношении специализированных продуктов питания / Е.М. Моргунова, Ю.А. Шимановская // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2022. — №3 (57). — С. 40–46.

3. *Воронович, С. А.* Проблемные вопросы заболеваемости фенилкетонурией / Воронович С. А., Ященко Д. С., Борсук С. В. — Гомель: Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет», 2019. — С. 21–23.
4. *Петюшев, Н. Н.* Компонентный состав низкобелковых продуктов питания для детей, страдающих фенилкетонурией / Н.Н. Петюшев, А.В. Садовская, Ю.С. Усеня // Наука, питание и здоровье : материалы II Международного конгресса (Минск, 3-4 октября 2019 г.). — Минск : Беларуская навука, 2019. — С. 179–184.
5. *Саванович, И. И.* Лечебное питание при непереносимости глютена у детей : учеб.-метод. пособие / А. В. Сикорский. — Минск : БГМУ, 2013. — 26 с.
6. Специализированные продукты лечебного питания для детей с фенилкетонурией. Методическое письмо Министерства здравоохранения Российской Федерации от 24.07.2012 № 15-1/10/2-836.
7. *Шоломицкая, И.А.* Глютенная энтеропатия : учеб.-метод. пособие / И. А. Шоломицкая, Н. В. Капранов. — Минск: БГМУ, 2010. — 18 с.

Информация об авторах

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

E-mail: ml0510@mail.ru

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

E-mail: olishenia@mail.ru

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

E-mail: petushev@belproduct.com

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

E-mail: goman1191@gmail.com

Станкевич Ольга Николаевна, инженер-технолог отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д.29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: potato@belproduct.com

Information about authors

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

E-mail: ml0510@mail.ru

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

E-mail: olishenia@mail.ru

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

E-mail: petushev@belproduct.com

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

E-mail: goman1191@gmail.com

Olga Nikolaevna Stankevich, process engineer of the technology department for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova St., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: potato@belproduct.com

УДК 664.8.047

Поступила в редакцию 22.11.2023
Received 22.11.2023

Д. А. Зайченко, Н. Н. Петюшев, Л. В. Евтушевская, М. Ю. Уложина,
Д. И. Гоман, О. Н. Станкевич

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

РАЗРАБОТКА ДВУХСТАДИЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СУШКИ ЯГОД И ФРУКТОВ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по разработке универсальной двухстадийной технологии сушки ягод и фруктов. Определены рациональные режимы сушки (температура и продолжительность) ягод черной смородины и голубики. Установлено влияние двухстадийного температурного нагрева с промежуточным охлаждением на эффективность конвективной сушки ягод и фруктов. Приведены графики влияния двухстадийной сушки ягод (черной смородины и голубики) и фруктов (яблок и груш) на продолжительность сушки при различных температурах.

Ключевые слова: ягоды, фрукты, двухстадийная сушка, конвективная сушка, температура, влажность, органолептические показатели.

D. A. Zaichenko, N. N. Petyushev, L. V. Evtushevskaya, M. Yu. Ulozhinova,
D. I. Homan, O. N. Stankevich

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

DEVELOPMENT OF A TWO-STAGE TECHNOLOGY FOR DRYING BERRIES AND FRUITS

Annotation. The article presents the results of research on the development of a universal two-stage technology for drying berries and fruits. Rational drying modes (temperature and duration) of black currant and blueberry berries have been determined. The effect of two-stage temperature heating with intermediate cooling on the efficiency of convective drying of berries and fruits has been established. Graphs of the effect of two-stage drying of berries (black currants and blueberries) and fruits (apples and pears) on the duration of drying at different temperatures are given.

Keywords: berries, fruits, two-stage drying, convective drying, temperature, humidity, organoleptic indicators.

Введение. По данным ФАО/ВОЗ, суточный рацион питания на 65–75 % должен состоять из свежих овощей, фруктов и продуктов их переработки. В то же время в мире уровень дефицита потребления этой продукции составляет 50–60 %, а витаминов и других ценных биологически активных веществ — до 65 % [1].

Уровень производства фруктов и ягод для удовлетворения потребностей внутреннего рынка Республики Беларусь преимущественно за счет собственных ресурсов недостаточный и составляет 48,1 % от необходимого количества. Сложившиеся объемы внешней торговли свидетельствуют о несбалансированности развития рынка плодов и ягод.

При хранении фруктов и ягод основной проблемой является потеря массы и качества, которая может составлять 50–60 %. В условиях ограниченных возможностей высокоэффективного хранения потребность в импортной продукции в зимне-весенний период может составлять до 40–50 %.

Одним из надежных методов консервирования является сушка. Сушеные ягоды и фрукты имеют ряд преимуществ, к числу которых относится содержание в концентрированном виде наиболее питательных и биологически активных веществ, а также сохранение формы, цвета,

аромата и вкуса исходного сырья. К достоинствам сушеных продуктов можно также добавить малый вес, что снижает расходы при транспортировке и возможность длительного срока хранения. Производство сушеных ягод и фруктов может удовлетворить потребности как населения, так и различных отраслей пищевой промышленности, а также садоводства [2].

Цель работы — разработка двухстадийной технологии сушки ягод и фруктов, обеспечивающих повышение производительности, улучшение качества конечного продукта, сокращение транспортных расходов на перевозку сырья, а также снижение энергозатрат на их производство.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований являлся технологический процесс сушки ягод и фруктов (двухстадийная сушка с промежуточным охлаждением). Предметом исследования — ягоды черной смородины и голубики, плоды яблок и груш.

Для исследований использовали образцы свежих ягод и фруктов, выращиваемых в условиях Республики Беларусь (КФХ Сапрончика В.Н.): ягоды смородины черной (сортосмесь), ягоды голубики (сортосмесь), яблоки (сорта «Имант», «Вербное», «Белорусское сладкое»), груша (сорт «Белорусская поздняя»), которые отвечали требованиям стандартов ГОСТ 6829-2015 (UNECE STANDARD FFV-57:2010) «Смородина черная свежая. Технические условия», ГОСТ 34219-2017 «Черника и голубика свежие. Технические условия», ГОСТ 27572-87 «Яблоки свежие для промышленной переработки, Технические условия», СТБ 2492-2016 «Плоды груши свежие поздних сроков созревания. Технические условия».

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 28561-90 с использованием анализатора влажности ЭВЛАС — 2М. Конвективную сушку осуществляли с использованием вентилируемой электронной печи Garbin. В качестве основных факторов, влияющих на эффективность процесса сушки, были приняты температура теплоносителя и размер продукта.

Содержание витаминов, минеральных веществ, показателей пищевой ценности и безопасности ягод и фруктов определяли в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Содержание растворимых сухих веществ в ягодах и фруктах определяли рефрактометрическим методом по ГОСТ ISO 2173-2013. Органолептическую оценку сушеных продуктов осуществляли в соответствии с ГОСТ 15113.3-77.

В лабораторных условиях осуществляли подготовку фруктов и ягод к сушке, которая включала в себя мойку сырья, обсушку и резку яблок и груш на ломтики различной толщины. Сушку ягод осуществляли в целом виде.

Мойку сырья производили трехкратным погружением в емкость с холодной водой. После чего сырье выкладывали на решетку и давали стечь воде. Сырье раскладывали на поддоны в один слой и сушили.

Сушку ягод и фруктов проводили двумя методами:

- 1) при постоянной температуре воздуха, в различных опытах температуру варьировали в пределах 60–90 °С с шагом в 10 °С;
- 2) с использованием двухстадийной сушки с промежуточным охлаждением.

Результаты исследований и их обсуждение. Для исследований использовали различные сорта ягод черной смородины и голубики (сортосмесь), яблок и груш, выращиваемых в КФХ Сапрончика В.Н. (рис. 1).

В результате экспериментальных исследований, проведенных в лабораторных и промышленных условиях, определены рациональные режимы сушки (температура и продолжительность) ягод черной смородины и голубики.

Сушка продуктов происходит за счет испарения содержащейся в них влаги. При сушке воздух должен обладать способностью поглотить выделяющийся водяной пар. В зависимости от температуры влагоемкость воздуха различная. Таким образом, регулируя температуру воздуха, можно существенно изменять объем поглощаемой влаги, и соответственно, интенсивность сушки.

При сушке в традиционной сушильной установке шкафного типа влажный и теплый воздух с нижних лотков может также выделять влагу на более холодные верхние лотки, и продукт вместо сушки увлажняется или, как говорят, запаривается.

При сушке сначала удаляется поверхностная влага. По мере уменьшения содержания влаги в продукте, температура его повышается и к концу сушки становится приближенной к температуре омывающего воздуха. В первом периоде сушки влага частично диффундирует из верхних слоев продукта к поверхности, где за счет испарения могут отлагаться растворимые вещества. Далее влага постепенно испаряется из внутренних зон продукта, при этом растворимые вещества остаются внутри.

В течение сушки влага перемещается внутри продукта не только от зон с повышенной влажностью к зонам с пониженной влажностью (обычно к поверхностным слоям), но и от зон с высокой температурой к более холодным участкам.



Рис. 1. Образцы сырья, используемого для исследований

Fig. 1. Samples of raw materials used for research

Это можно использовать, когда подсушенные наружные слои продукта замедляют продвижение влаги к поверхностным слоям. Если прервать сушку и охладить продукт, тогда наружные слои становятся холоднее внутренних зон, и это ускорит сушку. Поэтому если сформировать две последовательные зоны в сушильной камере с промежуточным понижением температуры сушки, это позволит ускорить сушку. При этом необходимо определить оптимальную температурную разницу, исключающую образование в конце первой зоны камеры трудно влагопроницаемой корочки на поверхности сырья.

Таким образом, объектом исследований являлась технология, позволяющая реализовать принцип двухстадийной сушки, когда на первом этапе в специально сформированной зоне сушилки удаляется в основном поверхностная влага, а в следующей зоне — внутренняя, позволяющая повысить производительность процесса и снизить удельные энергозатраты.

Для определения рациональных параметров конвективную сушку ягод проводили при различных температурных режимах:

- ♦ при постоянной температуре воздуха. В различных опытах температуру варьировали в пределах 60...90 °С с шагом в 10 °С;
- ♦ с использованием двухстадийной сушки с промежуточным охлаждением.

Продолжительность сушки ягод определяли при различных температурных режимах (табл. 1).

Таблица 1. Продолжительность сушки ягод при различных температурах

Table 1. Duration of drying of berries at different temperatures of raw materials used for research

Продукт	Конечная влажность, %, не более	Продолжительность сушки при различных температурах, ч				
		Одностадийный режим сушки				Двухстадийный режим сушки
		60 °С	70 °С	80 °С	90 °С	
Ягоды черной смородины	17	22	17	13	9	9
Ягоды голубики	17	16	13	11	9	9

В соответствии с таблицей 1, продолжительность сушки ягод при температуре воздуха 60 °С, 70 °С, 80 °С, 90 °С и 60 °С/90 °С составила соответственно 22, 17, 13, 9 ч и 9 ч.

Кроме того, в процессе исследований установлено, что при двухстадийной сушке, количество лопнувших ягод составляет не более 1 % к общей массе; при сушке ягод при постоянной температуре 90 °С, количество лопнувших ягод составило 18–20 % к общей массе.

В результате исследований установлено, что наибольшая скорость удаления влаги наблюдалась в течение первых 4 часов сушки (от 16 до 34 % в час при различных температурах нагрева). На протяжении всего процесса удаления влаги скорость сушки снижалась.

В процессе сушки в ягодах происходит ряд биохимических процессов, влияющих на структуру, физико-химический состав и органолептические показатели. В связи с этим проводили органолептическую оценку (цвет, вкус, запах и консистенция) по 5-бальной шкале образцов, высушенных при различных температурных режимах (рис. 2).

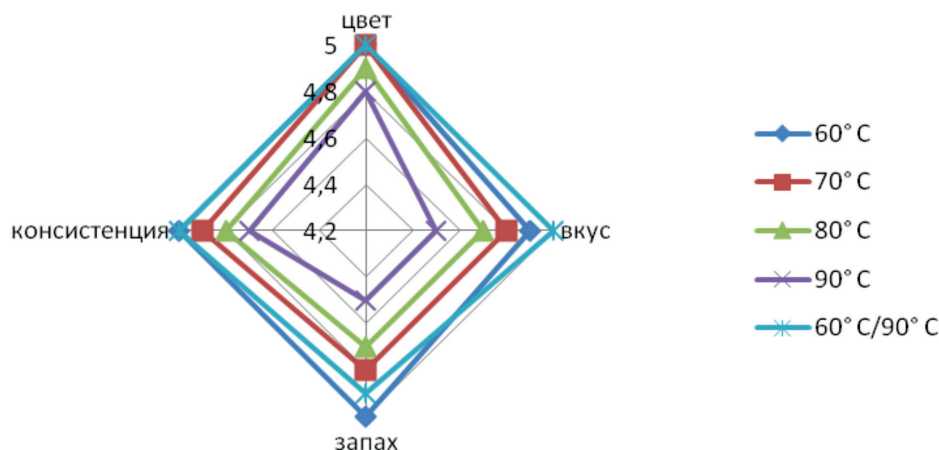


Рис. 2. Профилограмма органолептической оценки сушеных ягод
Fig. 2. Profilogram of organoleptic evaluation of dried berries

Установлено, что изменение температуры сушки больше всего влияет на такие показатели как запах и вкус (рис. 2). Лучшие органолептические показатели были у ягод высушенных при 60° С и 60° С/90° С.

На основании полученных результатов, установлено, что применение двухстадийной сушки эффективно, так как при данном методе за наименьшее время сушки получен продукт с наилучшими органолептическими показателями.

Исследован процесс сушки различных сортов яблок и груш, выращиваемых в КФХ Сапрончика В.Н. Изготовление сушеных яблок и груш осуществляли по традиционной технологической схеме, состоящей из следующих основных операций:

- ♦ входной контроль поступающего сырья;
- ♦ мойка и резка фруктов;
- ♦ сушка и инспекция сушеных фруктов.

Установлено, что для получения продукта с наилучшими органолептическими показателями толщина ломтиков яблок и груш должна быть не менее 4 мм; температура сушки 70–80° С или 60° С /90° С, продолжительность сушки (при раскладке продукта в один слой) — 6 ч.

В результате проведенных исследований разработана и утверждена техническая и технологическая документация на производство сушеных продуктов:

- ♦ технические условия ТУ ВУ 190239501.970-2018 «Ягоды и фрукты сушеные» в которых установлены органолептические, физико-химические, микробиологические показатели, правила приемки, методы контроля, требования к сырью и пищевым добавкам, материалам, маркировке, упаковке, транспортированию и хранению в соответствии с требованиями ТР ТС 021, ТР ТС 022, ТР ТС 005, ГН 10-117, ГН №37 «Показатели безопасности и безвредности продовольственного сырья и пищевых продуктов», Специфических санитарно-эпидемиологических требований к объектам промышленности по переработке сельскохозяйственной продукции, продовольственного сырья и производству пищевой продукции, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь 05.03.2019 № 146, общих санитарно-эпидемиологических требований к содержанию и эксплуатации капитальных строений (зданий, сооружений), изолированных помещений и иных объектов, принадлежащих субъ-

ектам хозяйствования, утвержденных Декретом Президента Республики Беларусь от 23.11.2017 № 7, СанПиН № 52 «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», ГН № 52 «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», СанПиН «Требования к миграции химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами», ГН № 119 «Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами».

- ♦ технологическая инструкция по производству ягод и фруктов сушеных ТИ ВУ 190239501.10.091-2022;

- ♦ согласованы с производителем (КФК Сапрончика В.Н.) временные нормы расхода сырья на производство сушеных ягод и фруктов;

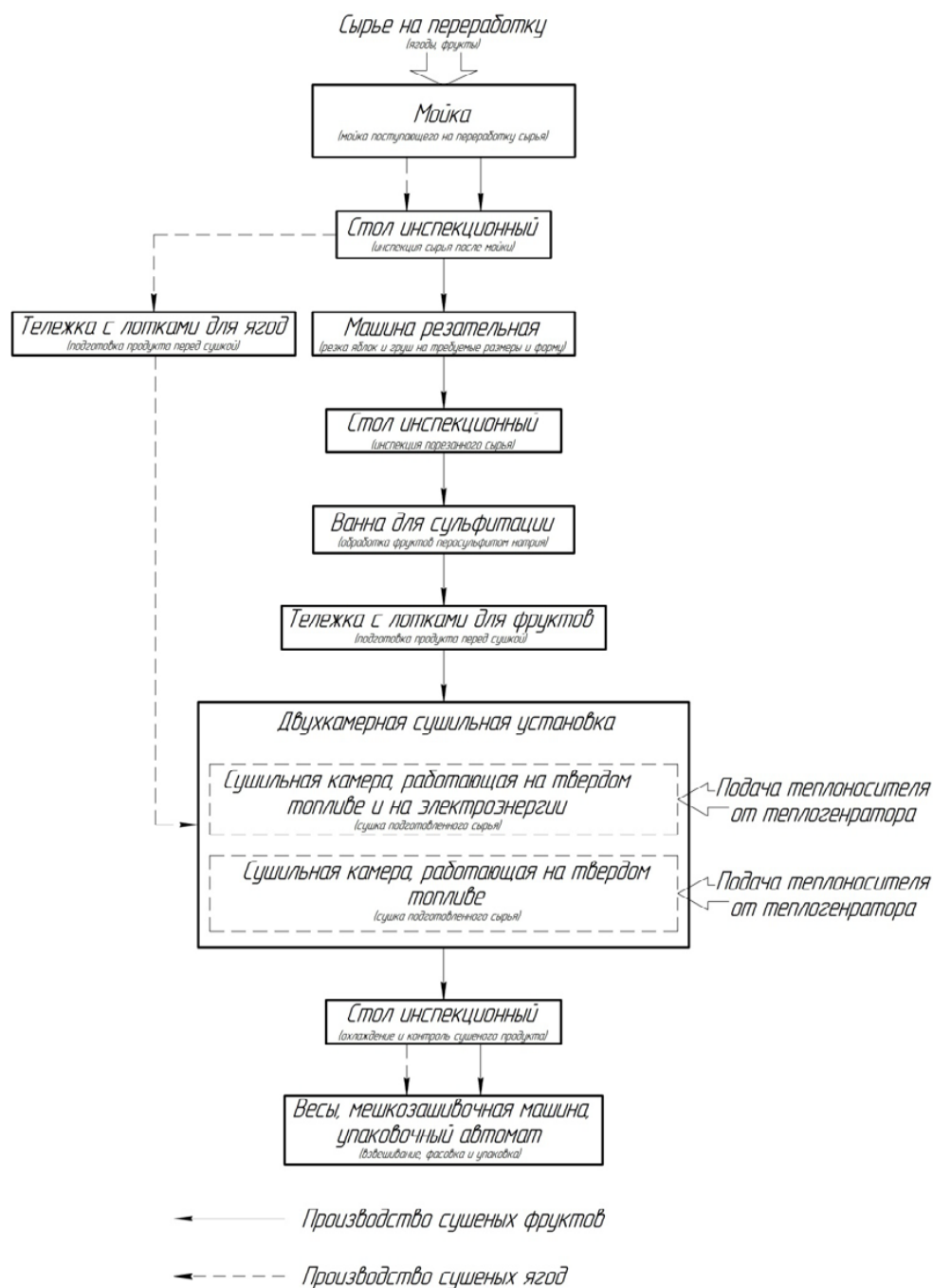


Рис. 3. Аппаратурно-технологическая схема производства сушеных ягод и фруктов

Fig. 3. Hardware and technological scheme of production of dried berries and fruits

За время исследований определен тип сушильного оборудования и изготовлена сушильная установка камерного типа, работающая как на электроэнергии, так и на твердом топливе, осуществлен подбор оборудования для мойки, резки, изготовлены опытные образцы оборудования.

На свободных площадях КФХ Сапрончика В.Н. организован цех пищевых продуктов: подготовлено планировочное решение и инженерные коммуникации для производственного участка, произведен монтаж технологического оборудования.

В производственных условиях отработаны технологические режимы и параметры технологического процесса сушки ягод и фруктов.

Использование разработанной сушилки и двухступенчатой технологии сушки позволило снизить энергозатраты на испарение 1 кг влаги с 1,2 кВт·ч/кг до 1,0 кВт·ч/кг.

Аппаратурно-технологическая схема производства сушеных ягод и фруктов представлена на рис. 3.

Сушеная продукция, полученная из отечественного сырья по разработанной технологии, представляет собой натуральный продукт и может быть рекомендована для всех групп населения в качестве продуктов здорового питания (рис. 4).



а



б



в



Рис. 4. Сушеные фрукты (яблоки и груши)
а) резка фруктов; б) поддоны со свежими фруктами;
в) сушеные фрукты
Fig. 4. Dried fruits (apples and pears) а) fruit cutting;
б) pallets with fresh fruits; в) dried fruits

Заключение. Научным коллективом РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проведены исследования и разработана универсальная технология производства сушеных ягод (черная смородина, голубика) и фруктов (яблоки, груши), которая включает в себя двухстадийную сушку с промежуточным охлажде-

нием, применение которой позволяет снизить энергозатраты на испарение 1 кг влаги с 1.2 кВт·ч/кг до 1.0 кВт·ч/кг и улучшить качество сушеного продукта (отсутствуют потери сока ягод во время сушки).

Организация выпуска сушеных ягод и фруктов по разработанной технологии позволяет:

- ♦ организовать производство непосредственно в зоне возделывания сырья;
- ♦ обеспечить круглогодичные поставки продукта, не зависящие от сезона переработки;
- ♦ гарантировать изготовление отечественной продукции, соответствующей потребительским предпочтениям населения;
- ♦ снизить потери сырья при хранении;
- ♦ увеличить срок хранения продукции (до 24 мес.).

Универсальность технологии заключается в использовании одних и тех же машин и идентичных технологических подходов (наличие определенных технологических операций, их последовательность, решений по снижению энергопотребления и ускорению процесса производства, обеспечение щадящего режима сушки) для переработки ягод и фруктов.

Список использованных источников

1. Колобов, С. В. Товароведение и экспертиза плодов и овощей: учебное пособие / С.В. Колобов, О.В. Памбухчиянц. — Москва: Дашков и К, 2012. — 400 с.
2. Гришин, М. А. Установки для сушки пищевых продуктов: Справочник/ М.А. Гришин, В.И. Атаназевич, Ю.Г. Семенов. — М.: Агропромиздат, 1989. — С.97–143.
3. Кац, З. А. Новые способы сушки овощей и фруктов. — М.: ЦНИИТЭИ пищепром, 1975.
4. Тепляшин, В. Н. Технологии и оборудование для сушки растительного сырья [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Н. Тепляшин, Л.И. Ченцова, В.Н. Невзоров; Краснояр. гос. аграр. ун-т. — Красноярск, 2019. — 173 с.
5. Кац, З. А. Производство сушеных овощей, картофеля и плодов. — М.: Пищевая промышленность, 1976. — 234 с.
6. Гинзбург, А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. — М.: Пищевая промышленность, 1971. — 168 с.
7. Бачурская, Л. Д. Технология пищевых концентратов / Л.Д. Бачурская, В.Н. Гуляев — М.: Пищевая промышленность, 1970. — 354 с.
8. Концентраты пищевые. Методы определения органолептических показателей, готовности концентратов к употреблению и оценки дисперсности суспензии = Канцэнтраты харчовыя: ГОСТ 15113.3-77. — Введ. 01.01.79. — Минск: Госстандарт, 2011. — 8 с.
9. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ : ГОСТ ISO 2173-2013. — Взамен ГОСТ 28562-90 ; введ. РБ 01.03.16. — Минск: Госстандарт, 2016. — 11 с.
10. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги = Прадукты перапрацоўкі плодў і агародніны ГОСТ 28561-90. — Введ. 01.07.91. — Минск : Госстандарт, 2011. — 12 с.

Информация об авторах

Зайченко Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по научной и инновационной работе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д.29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: zaichenko@belproduct.com

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

E-mail: petushev@belproduct.com

Information about authors

Zaichenko Dmitry Alexandrovich, PhD (Engineering), Associate Professor, Deputy Director General for Scientific and Innovative Work of RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food” (Kozlova str., 29, 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: zaichenko@belproduct.com

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

E-mail: petushev@belproduct.com

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

E-mail: olishenia@mail.ru

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

E-mail: ml0510@mail.ru

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

E-mail: potato@belproduct.com

Станкевич Ольга Николаевна, инженер-технолог 1 категории отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д.29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: potato@belproduct.com

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

E-mail: olishenia@mail.ru

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

E-mail: ml0510@mail.ru

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

E-mail: potato@belproduct.com

Olga Nikolaevna Stankevich, process engineer of the technology of the 1st category department for products from root crops of the RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food” (29 Kozlova St., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: potato@belproduct.com

УДК 664.8.047

Поступила в редакцию 12.11.2023
Received 12.11.2023**М. Р. Яковлева¹, О. К. Никулина¹, О. В. Колоскова¹, О. В. Дымар²**¹*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*²*Представительство АО «МЕГА» в Республике Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь***СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА И ЭЛЕКТРОДЕИОНИЗАЦИИ**

Аннотация. В статье представлен анализ двух процессов электромембранной деминерализации: электродиализа и электродеионизации. Изучены динамика и закономерности протекания процессов при обработке модельного раствора. В рамках исследования изучены показатели эффективности деминерализации модельного раствора, проведена их сравнительная оценка.

Ключевые слова: электродиализ, электродеионизация, электромембранная деминерализация, модельный раствор.

M. R. Yakovleva¹, O. K. Nikulina¹, O. V. Koloskova¹, O. V. Dymar²¹*RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus*²*Representative of MEGA a.s. in Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus***COMPARATIVE ASSESSMENT OF ELECTRODIALYSIS AND ELECTRODEIONIZATION PROCESSES**

Abstract. The article presents an analysis of electromembrane demineralization processes (electrodialysis and electrodeionization). The dynamics and patterns of processes occurring during the model solution processing have been studied. As part of the study, the efficiency indicators of model solution demineralization were studied and their comparative assessment was carried out.

Keywords: electrodialysis, electrodeionization, electromembrane demineralization, model solution.

Существует несколько электромембранных процессов, которые могут охватить широкий спектр задач, связанных с очисткой, выделением, получением, разделением различных веществ [1–4]. К ним относятся мембранный электролиз, электродеионизация, электросорбция, электрогравитация, непрерывный ионный обмен, электрофорез, электродиализ и др. [5].

Применение электромембранных процессов при переработке пищевого сырья является актуальной темой, так как открывает перспективу глубокой очистки промежуточных продуктов от заряженных частиц (в первую очередь, золы), что позволяет повысить качество готового продукта и расширить ассортимент выпускаемой продукции.

Наиболее подходящими процессами для деминерализации полупродуктов с высоким содержанием сахаров являются электродиализ и электродеионизация [5].

Электродиализ (далее — ЭД) — это процесс переноса ионов при помощи селективных мембран, осуществляемый под действием силы электрического тока. Скорость переноса ионов может изменяться подбором соответствующей силы тока. Такой перенос может осуществляться против градиента концентрации [3, 6].

В зависимости от применяемых ионообменных мембран существуют следующие разновидности ЭД: электродиализ с катионообменными, анионообменными, биполярными мембранами, а также их комбинации. Наиболее распространенным вариантом является электродиализ с набором чередующихся катионо- и анионообменных мембран [7, 8].

Благодаря наличию заряженных частиц в концентрате и дилуате, а также циркуляции электродного раствора, в модуле создается электрический ток, который и является движущей силой электромембранной деминерализации. Принципиальная схема протекания процесса

переноса заряженных частиц через полупроницаемую ионообменную мембрану в модуле электродиализа представлена на рис. 1.

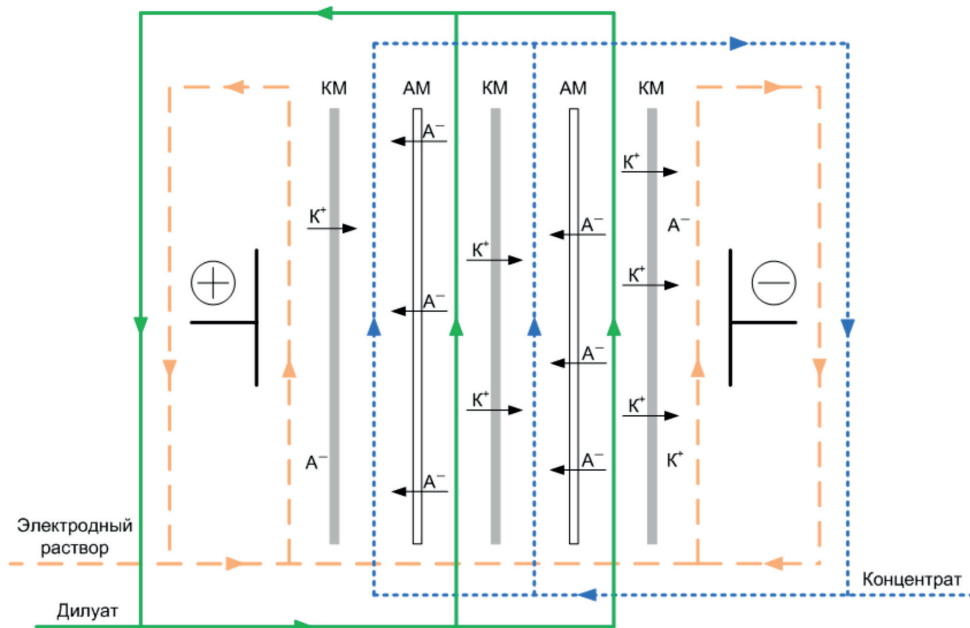


Рис. 1. Схема перехода ионов из дилуата в концентрат в модуле электродиализа
Fig. 1. Scheme of the ions transfer from diluate to concentrate in the electrodiolysis module

Процесс деминерализации происходит следующим образом. После подачи напряжения на электроды заряженные частицы из дилуата под действием электрического тока начинают двигаться в сторону противоположно заряженного электрода. При этом катионы проходят катионообменную мембрану и задерживаются анионообменной, а анионы, наоборот, проходят через анионообменную и задерживаются катионообменной [2, 3, 5, 9]. На рис. 1 показан переход катионов и анионов (K^+ и A^- , соответственно) через катионообменную (КМ) и анионообменную мембрану (АМ).

В результате в рабочем модуле образуются два типа камер — в одних концентрация ионов увеличивается, а в других — раствор обессоливается [2, 3, 5, 9].

Существует процесс, который совмещает в себе технологии электродиализа и ионного обмена — электродеионизация (далее — ЭДИ). Основной движущей силой процесса ЭДИ является разность потенциалов постоянного электрического поля по обе стороны мембранного канала, заполненного ионообменной смолой. Именно разность потенциалов обеспечивает перенос растворенных ионов из потока воды через ионселективные мембраны и непрерывную регенерацию ионита [10]. В таком случае, ЭДИ можно рассматривать как разновидность ЭД.

Процесс деминерализации как при электродиализе, так и при электродеионизации имеет схожий принцип действия. Однако ЭДИ аппарат имеет конструктивные особенности: ячейки модуля электродеионизации заполнены ионообменным материалом — ионообменными смолами (далее — ИС), на которых происходят обменные электрохимические реакции, что повышает эффективность электромембранной обработки за счет дополнительного ионного обмена (рис. 2).

Слой ионообменных смол в ЭДИ-ячейках по существу является своеобразной фильтрующей перегородкой с достаточно высоким рейтингом фильтрации [11]. Преимуществом электродеионизации перед обычным электродиализом является повышение выхода по току как катионов, так и анионов электролита, снижение сопротивления системы, увеличение предельной плотности тока и полезного переноса ионов. Благодаря электролизу молекул воды и образованию ионов водорода и гидроксидов снижается вероятность сильного падения рН исходного сырья по сравнению с электродиализом [3, 11].

Основное технологическое отличие электродеионизации от ионного обмена заключается в том, что в процессе электродеионизации ионообменные смолы регенерируются в непрерывном режиме электрохимически, посредством постоянного электрического тока, в то

время как при ионном обмене регенерация выполняется периодически с использованием химических реагентов. Использование электродеионизации вместо традиционного ионного обмена значительно снижает расход химикатов и повышает экологичность процесса, исключая необходимость очистки сточных вод [9].

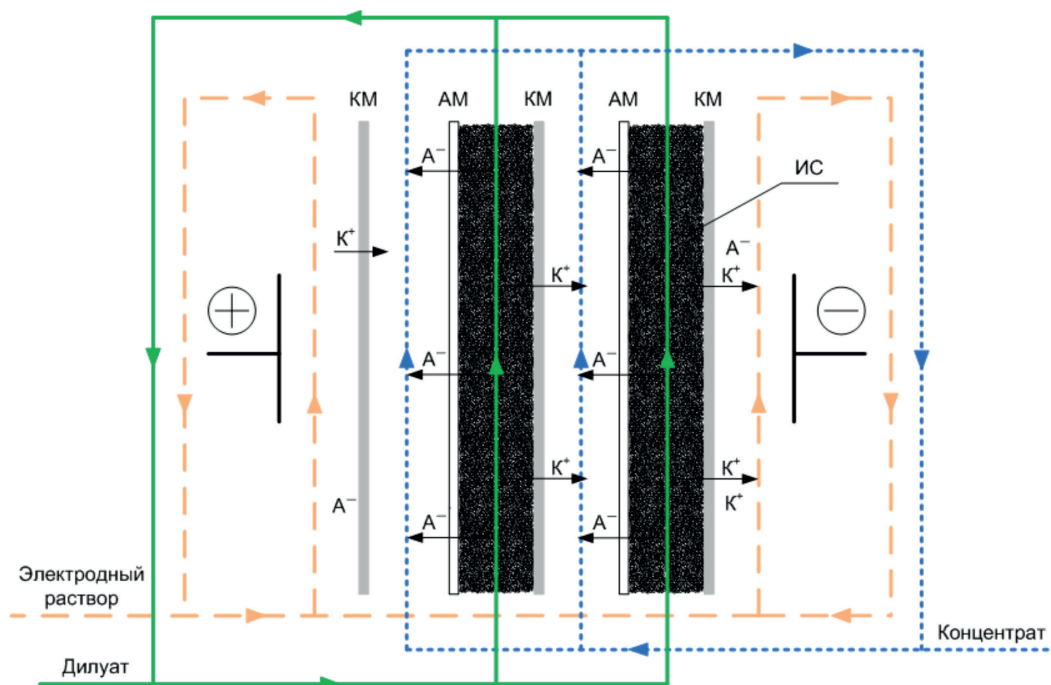


Рис. 2. Схема модуля электродеионизации
Fig. 2. Electrodeionization module scheme

Процесс деминерализации при использовании модуля ЭДИ протекает в несколько стадий. Изначально ионы дилуата проходят через слой ионообменных смол, адсорбируются на зернах катионита и анионита, в соответствии с условиями термодинамического равновесия и массопереноса, т.е. происходит ионный обмен. Одновременно с этим, происходит непрерывный отвод ионов через слои ионита и ионселективные мембраны в зону концентрата. После удаления ионов из дилуата происходит непрерывная регенерация ионита ионами водорода и гидроксила, полученными в результате электролиза молекул воды под воздействием постоянного тока [12].

Далее схема аналогична электродиализу: удаленные через мембрану ионы выносятся потоком концентрата и продукты циркулируют до достижения необходимой степени деминерализации дилуата.

Методика исследований. Для исследования эффективности деминерализации с применением двух процессов (ЭД и ЭДИ) проводили две серии экспериментов об обработке модельного раствора при различном рабочем напряжении.

В качестве модельного раствора был выбран раствор соли органической кислоты — цитрата кальция с примерной концентрацией $2,5 \pm 0,2$ %. В воде цитрат кальция диссоциирует с образованием катионов кальция и анионов цитрата по схеме: $\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \rightarrow 3 \text{Ca}^{2+} + 2 (\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)^{3-}$.

При этом модельный раствор имел следующие характеристики: содержание сухих веществ 2,62 – 2,95 %, pH 8,63 – 8,68, удельная электропроводимость 14,42 – 16,3 мСм/см, плотность 1013 – 1015 г/см³.

Для сравнения динамики двух процессов и оценки эффективности электромембранной деминерализации модельного раствора проводили эксперименты на модулях электродиализа и электродеионизации при трех рабочих напряжениях: 10 В, что соответствует 1 В на мембранную пару, 20 В и 30 В, что соответствует 2 В и 3 В на мембранную пару.

Для стандартизации исходных показателей эксперимента, в качестве концентрата использовали бидистиллированную воду после доведения удельной электропроводимости (далее — УЭП) до $(1 \pm 0,2)$ мСм/см раствором соляной кислоты концентрацией 0,1 моль/дм³. В ка-

честве электродного раствора использовали 2 % раствор Na_2SO_4 , рекомендуемый производителем электромембранного оборудования. Массы исходных дилуата и концентрата составляла 1500 г, объем исходного электродного раствора — 250 см³.

В исходных образцах дилуата и концентрата и в продуктах деминерализации определяли следующие физико-химические показатели: масса, плотность, содержание сухих веществ. В процессе деминерализации фиксировали показатели УЭП, pH и температуру дилуата.

Результаты исследований и их обсуждение. Протекание процессов электродиализа и электродеионизации характеризуется снижением удельной электропроводимости дилуата, которая отражает удаление заряженных частиц. Снижение УЭП модельного раствора в экспериментах показано на рис. 3 и 4.

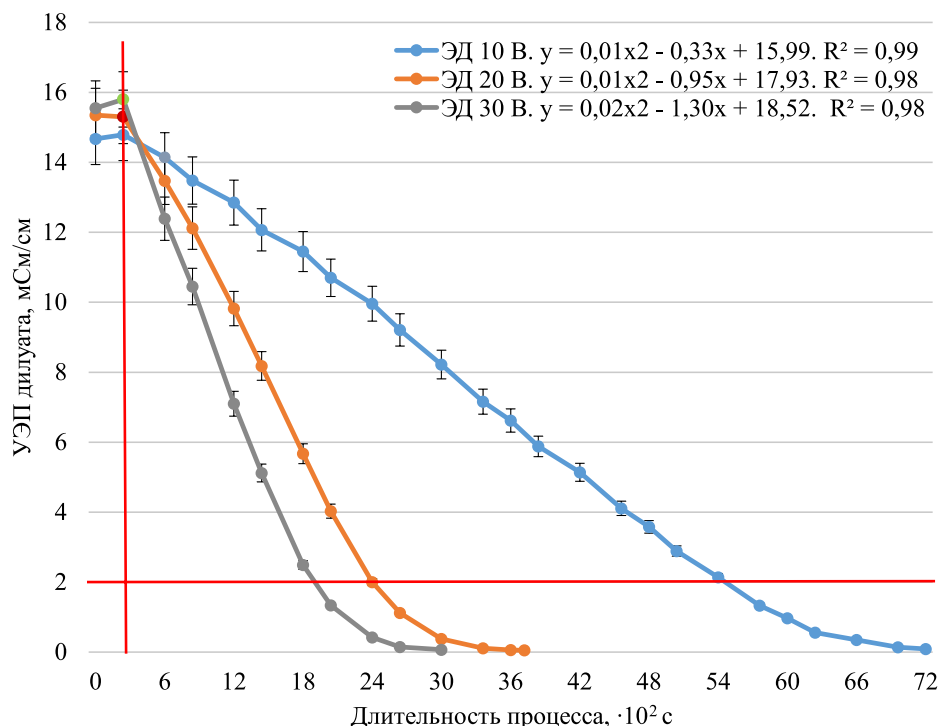


Рис. 3. Снижение удельной электропроводимости модельного раствора при различном рабочем напряжении при электродиализе

Fig. 3. Decrease of specific conductance of a model solution at different operating voltages during electrodiagnosis

На графиках, описывающих динамику процесса деминерализации, можно отчетливо выделить три области. В первой (от начала процесса до 4 минут) заметно отсутствие падения УЭП модельного раствора. В этом промежутке происходит электрический гидролиз цитрата кальция и накопление ионов, в результате чего также может происходить увеличение УЭП раствора.

Вторая область характеризует равномерное протекание процесса деминерализации за счет переноса заряженных частиц, находящихся в дилуате через ионообменные полупроницаемые мембраны и описывается линейными функциями. Падение удельной электропроводимости, описываемое линейной функцией, происходит ориентировочно до уровня 2 мСм/см, далее перенос замедляется в связи с возрастанием удельной электропроводимости в концентратных камерах, и графики снижения удельной электропроводимости дилуата для каждого из исследуемых рабочих напряжений описывает полиномиальная функция.

Таким образом, ведение процесса электродиализной деминерализации при УЭП дилуата ниже 2 мСм/см приведет к увеличению длительности обработки.

При дальнейшем ведении процесса ниже 2 мСм/см происходит незначительный перенос заряженных частиц, а из-за дальнейшего воздействия прикладываемого напряжения на растворы может возникнуть явление концентрационной поляризации. Таким образом, подбор предполагаемой точки остановки процесса имеет важную практическую значимость для повышения эффективности и снижения себестоимости процесса.

Аналогичные исследования динамики снижения удельной электропроводимости в зависимости от прикладываемого рабочего напряжения проведены для процесса электродеионизации, результаты представлены на рис. 4.

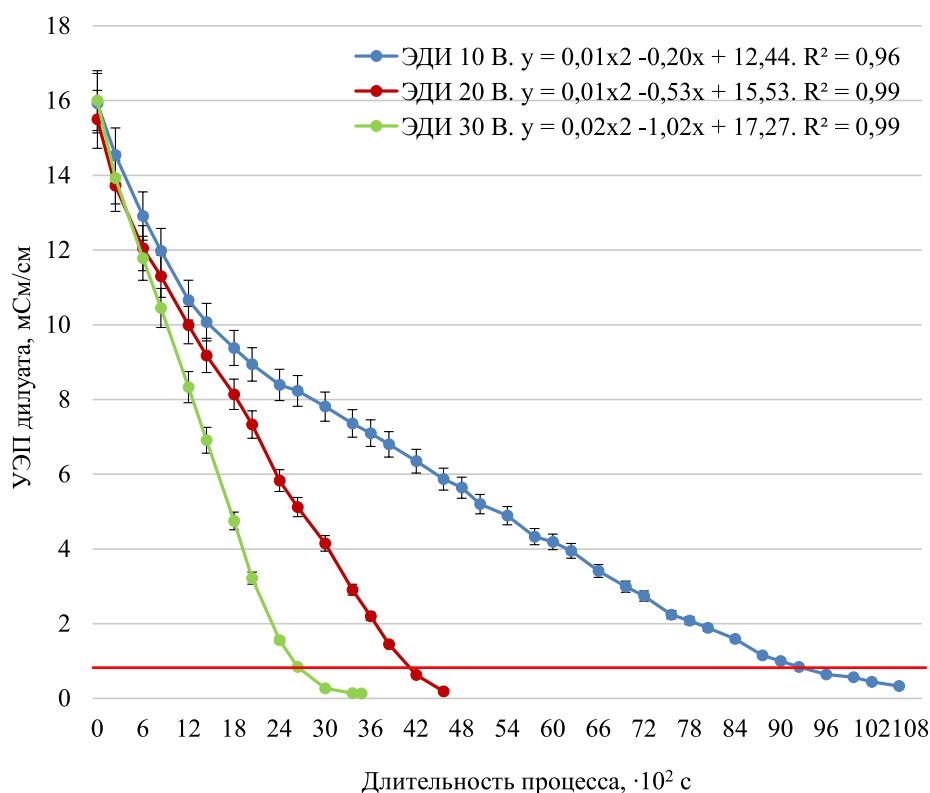


Рис. 4. Снижение УЭП модельного раствора при различном рабочем напряжении на модуле ЭДИ
 Fig. 4. Decrease of specific conductance of a model solution at different operating voltages during electrodeionization

При изучении динамики падения удельной электропроводимости модельного раствора в процессе электродеионизации следует отметить, что снижение происходит последовательно от начала процесса. Нарастания УЭП в первых точках, как при ЭД не происходит, что обусловлено наличием ионообменных смол в ячейках модуля ЭДИ и их исходной буферной емкостью, позволяющей поглотить часть ионов, образующихся при гидролизе, в результате подачи напряжения на модуль.

Таким образом, ЭДИ в сравнении с ЭД протекает более равномерно. Процессы при различных напряжениях описывается функциями с коэффициентом детерминации $R^2 > 0,96$, указанными на рис. 4.

Замедление процесса (снижение скорости переноса заряженных частиц) наблюдается при меньшей, по сравнению с ЭД, удельной электропроводимости, то есть при большей степени деминерализации дилуата — в среднем на уровне 0,6 мСм/см. Исходя из этого можно сделать вывод, что ЭДИ позволяет проводить более глубокую деминерализацию продукта по сравнению с ЭД, благодаря наличию ионообменных смол.

В табл. 1 указаны расчетные параметры эффективности процесса деминерализации и длительность процессов при разных напряжениях.

Анализируя графики (рис. 3 и 4), а также на основании результатов, представленных в табл. 1, можно сделать вывод, что длительность процесса электромембранной обработки модельного раствора имеет обратную корреляцию от повышения рабочего напряжения. При этом стоит отметить, что процесс электродиализа при 10 В протекает в значительной степени медленнее, чем аналогичные процессы при повышенном рабочем напряжении: максимальная скорость для рабочего напряжения 10 В, 20 В и 30 В составила 0,28 мСм/мин, 0,44 мСм/мин и 0,86 мСм/мин, соответственно. Максимальная скорость деминерализации при прикладываемом рабочем напряжении 10 В составляет 0,13 мСм/мин, при 20 В — 0,51 мСм/мин, а при 30 В — 1,82 мСм/мин.

Таблица 1. Показатели эффективности деминерализации модельного раствора
Table 1. Efficiency indicators of model solution demineralization

Показатели	ЭД			ЭДИ		
	10 В	20 В	30 В	10 В	20 В	30 В
УЭП _д дилуата, мСм/см	14,42	16,23	15,91	15,6	16,25	16,3
УЭП _к дилуата, мСм/см	0,1	0,05	0,08	0,28	0,24	0,03
Д, %	99,31	99,69	99,50	98,21	98,52	99,82
Длительность, мин ($\cdot 10^2$)	120 (72)	62 (37,2)	50 (30)	176 (105,6)	76 (45,6)	58 (34,8)
Энергопотребление на процесс деминерализации, Вт·ч/кг	6,80	14,85	21,81	6,31	14,86	23,25
Энергопотребление на обогрев дилуата, Вт·ч/кг	3,04	4,09	6,31	4,56	4,79	7,48
Общее энергопотребление, Вт·ч/кг	9,84	18,94	28,12	10,87	19,65	30,73
Массоперенос, г/м ² ·ч	16,91	36,90	45,93	13,56	30,00	39,48
Пропускная способность мембран, г/м ² ·ч	650,0	1258,6	1594,1	465,3	1026,2	1346,3
Максимальная скорость деминерализации, мСм/см	0,28	0,44	0,86	0,13	0,51	1,82

Аналогичная динамика наблюдается для электродеионизации, однако, при максимальном рабочем напряжении 30 В, скорость при ЭДИ превышает скорость ЭД в 2,12 раза.

В результате проведенных экспериментов с применением электродиализа и электродеионизации при различном рабочем напряжении удалось достичь степени деминерализации модельного раствора от 98,21 % до 99,82 %. При этом наибольшей степенью деминерализации характеризуется дилуат, прошедший обработку на модуле ЭДИ при рабочем напряжении 30 В, а наименьшей — при напряжении 10 В на том же модуле.

При этом стоит отметить, что увеличение напряжения на модуле ЭДИ приводит к последовательному увеличению степени деминерализации модельного раствора, тогда как повышение напряжения на модуле ЭД значительно не влияет на степень деминерализации продукта: разница максимальной и минимальной степени деминерализации при электродиализе составляет 0,38 %. Более того, повышение рабочего напряжения с 20 В до 30 В привело к снижению степени деминерализации на 0,19 %, что можно объяснить влиянием явления концентрационной поляризации.

Поскольку движущей силой процесса электромембранной обработки является сила тока, возникающая в результате подачи рабочего напряжения на электроды, в процессе деминерализации происходит неизбежное повышение температуры дилуата и концентрата. Таким образом, энергопотребление в процессе электромембранной деминерализации будет включать непосредственно затраты на перенос заряженных частиц через полупроницаемые мембраны и на обогрев продуктов.

На перенос заряженных частиц из 1 кг модельного раствора в процессе электродиализа затрачивается 6,80 — 21,81 Вт·ч, в зависимости от рабочего напряжения. Аналогично растут затраты энергии на обогрев продуктов в процессе обработки. Следует отметить, что затраты на обогрев растут не пропорционально общему энергопотреблению.

В процессе электродеионизации на перенос заряженных частиц из 1 кг модельного раствора затрачивается 6,31 — 23,25 Вт·ч, при этом также растут затраты энергии на обогрев продуктов в процессе обработки с 4,56 Вт·ч при рабочем напряжении 10 В до 7,48 Вт·ч при максимальном напряжении 30 В.

Расход энергии на общее энергопотребление при электродеионизации увеличивается в большей степени, по сравнению с электродиализом, что можно объяснить дополнительным процессом ионного обмена и регенерацией ионообменных смол в ячейках модуля. Показатель энергопотребления при деминерализации увеличивает затраты на процесс, и, соответственно, влияет на себестоимость деминерализованного продукта. Также при обработке пищевых продуктов нагревание не всегда является положительным эффектом и требует корректировки в процессе электромембранной обработки.

Повышение рабочего напряжения при электродиализе привело к увеличению пропускной способности мембран в 2,5 раза (с 650,0 г/м²·ч до 1594,1 г/м²·ч) и массопереноса в 2,7 раза (с 16,91 г/м²·ч до 45,93 г/м²·ч).

При электродеионизации повышение рабочего напряжения привело к увеличению пропускной способности мембран в 2,9 раза (с 465,26 г/м²·ч до 1346,34 г/м²·ч) и массопереноса тоже в 2,9 раза (с 13,56 г/м²·ч до 39,48 г/м²·ч).

Расчетные показатели пропускной способности мембран и массопереноса при электродеионизации с различными рабочими напряжениями имеют незначительные различия, однако, совместное их воздействие оказывает влияние, в первую очередь, на длительность процесса.

Основное влияние наличия смол в ячейках наблюдается при сравнении показателей максимальной скорости деминерализации: при электродеионизации с максимальным рабочим напряжением показатель максимальной скорости деминерализации в 2,1 раза больше аналогичного показателя при электродиализе.

Фактически, в дилуатных ячейках ЭДИ происходит два процесса: электродиализ и ионный обмен, что и увеличивает скорость деминерализации в разы. При этом повышение эффективности ЭДИ на лабораторной установке ограничено максимально возможным прикладываемым напряжением на электроды и конструктивными особенностями, снижающими гидродинамические характеристики процесса. Однако уже при повышении рабочего напряжения с 20 В до 30 В видна значительная интенсификация процесса. Предположительно, дальнейшее повышение прикладываемого напряжения позволит увеличить скорость деминерализации и массоперенос, то есть повысить эффективность процесса.

Заключение. Исследование динамики электромембранной деминерализации модельного раствора позволяет сделать вывод о характере процессов электродиализа и электродеионизации. При проведении электродиализа процесс можно условно разделить на 3 стадии: начальная — при которой происходит повышение удельной электропроводимости дилуата; вторая стадия характеризуется равномерным переносом заряженных частиц в концентрат и снижение удельной электропроводимости дилуата; третья — снижением скорости деминерализации и значительным замедлением процесса. Экспериментально установлено, что снижение эффективности электродиализа происходит при 2 мСм/см, а дальнейшее проведение процесса затруднительно.

При электродеионизации деминерализация протекает более равномерно: отсутствует повышение удельной электропроводимости раствора на начальных точках, а скорость деминерализации значительно снижается только при достижении 0,6 мСм/см, что можно объяснить наличием ионообменных смол в модуле. На практике это позволит получить продукт с большей степенью деминерализации.

Получены закономерности снижения длительности процесса и увеличения степени деминерализации при повышении рабочего напряжения. Установлено влияние концентрационной поляризации при обработке модельного раствора на модуле электродиализа: при рабочем напряжении 30 В происходит снижение степени деминерализации на 0,19 % по сравнению со степенью деминерализации на данном модуле при 20 В.

Список использованных источников

1. Беззубцева, М.М. Электротехнологии и электротехнологические установки в АПК: учебное пособие / М.М. Беззубцева. — СПб: СПбГАУ, 2012. — 244 с.
2. Дорофеева, Л.И. Разделение и очистка веществ мембранными, обменными и электрохимическими методами / Л.И. Дорофеева. — Томск: Томский политехнический университет, 2008. — 111 с.
3. Колодязная, В.С. Пищевая химия: учеб. пособие / В.С. Колодязная. — СПб: СПбГАХПТ, 1999. — 140 с.
4. Мембранные технологии в молочном производстве / И.А. Евдокимов [и др.] // Молочная промышленность. — 2013. — №9. — С. 25–26.
5. Хванг, С.Т. Мембранные процессы разделения / С.Т. Хванг, пер. с англ. К. Каммермейер; под ред. проф. Ю.И. Дытнерского. — М.: Химия, 1981. — 464 с.
6. Ильина, С.И. Электромембранные процессы: учебное пособие / С.И. Ильина. — М.: РХТУ им. Менделеева, 2013. — 57 с.
7. Федоренко, В.И. Производство ультрачистой воды методом непрерывной электродеионизации / В.И. Федоренко // Химико-фармацевтический журнал. — 2003. — №3. — С. 49–52.
8. Электродеионизация воды. Теория и практика применения. Аспекты экологии и экономики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://wwtec.ru/index.php?id=232>. — Дата доступа: 23.03.2023.
9. Опыт научно-технологического сопровождения переработки молока и сыворотки в РБ / О.В. Дымар [и др.]; под общ. ред. О.В. Дымара. — Минск: Колорград, 2021. — 352 с.
10. Техническая документация электродиализатор ED-II, EDR-II / ОА «МЕГА». — Страж под Ральском, 2020. — 24 с.

11. *Пилат, Б.В.* Основы электродиализа / Б.В. Пилат. — М.: Аваллон, 2004. — 456 с.
12. *Рябчиков, Б.Е.* Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования / Б.Е. Рябчиков. — М.: Дели принт, 2004. — 301 с.

Информация об авторах

Яковлева Мария Романовна, магистр технических наук, младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории сахарного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: sugar@belproduct.com

Никулина Оксана Константиновна, кандидат технических наук, доцент, заведующий научно-исследовательской лабораторией сахарного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: sugar@belproduct.com

Колоскова Ольга Владимировна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории сахарного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: sugar@belproduct.com

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

E-mail: dymarov@tut.by

Information about authors

Yakovleva Maryia Romanovna, Master of technical science, Junior Researcher laboratory of sugar production RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: sugar@belpoduct.com

Nikulina Oksana Konstantinovna, PhD (Engineering), Senior Researcher, Head of the Research laboratory of sugar production RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: sugar@belpoduct.com

Koloskova Olga Vladimirovna, PhD (Engineering), Senior Researcher laboratory of sugar production RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: sugar@belpoduct.com

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

E-mail: dymarov@tut.by

УДК 621.798.08

Поступила в редакцию 21.11.2023
Received 21.11.2023**З. В. Ловкис, С. И. Корзан***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ИССЛЕДОВАНИЕ БАРЬЕРНЫХ СВОЙСТВ УПАКОВОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРОПРОНИЦАЕМОСТИ**

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по определению жиропроницаемости упаковочных материалов. Описаны две методики проведения испытаний. Определены жиростойкие упаковочные материалы: биаксиально-ориентированная полипропиленовая пленка, целлофановая пленка, пергамент, фольга и опытный образец биоразлагаемой пленки на основе полимолочной кислоты.

Ключевые слова: упаковка, жиропроницаемость, жиростойкость, методика, испытание, раствор, балл Кита, подсолнечное масло.

Z. V. Lovkis, S. I. Korzan*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus***INVESTIGATION OF BARRIER PROPERTIES
OF PACKAGING MATERIALS, DETERMINATION OF FAT PERMEABILITY**

Abstract. The article presents the results of studies to determine the grease permeability of packaging materials. Two test methods are described. Grease-resistant packaging materials have been identified: biaxially oriented polypropylene film, cellophane film, parchment, foil and a prototype of a biodegradable film based on polylactic acid.

Keywords: packaging, fat permeability, fat resistance, methodology, testing, solution, score Kita, sunflower oil.

Введение. Среди известных в настоящее время типов упаковки полимерные материалы занимают третье место по объему производства после бумажной и стеклянной тары. Удобство и безопасность, низкая цена и эстетичность являются факторами, которые определяют огромные масштабы использования полимеров в качестве упаковочных материалов. Из общего объема производимых полимеров 41 % используется в виде упаковочной тары; 47 % из этого количества используется для упаковки пищевых продуктов [1].

Несмотря на большую разновидность полимеров, известных на сегодняшний день, лишь небольшая их часть может быть использована для качественной упаковки пищевых продуктов.

Наиболее востребованными сегодня являются гибкие упаковочные материалы на основе ПВД, ПНД, ПП, ПС, ПВХ и др., которых производится более 300 млн. т в год [1, 2]. Основные недостатки упаковочных пленок на основе этих полимеров — ограниченные барьерные и механические свойства, а, главное, — неспособность самопроизвольно разлагаться в окружающей среде, что заставляет производителей и исследователей искать новые решения в области разработки новых материалов или модификации уже известных. Среди большого разнообразия полимерных упаковок выделяются биоразлагаемые пленки, которые не нуждаются в индивидуальном сборе и специальных условиях утилизации.

Стоит отметить, что выбор упаковочного материала следует осуществлять после изучения его основных характеристик и свойств, а также сроков и условий хранения пищевой продукции, исключающие возможность начала процесса деградации упаковки до момента окончания жизненного цикла продукта [3, 4].

Барьерные свойства полимерных пленок характеризуют сопротивление проникновению через них различных паров, газов и жидкостей.

В соответствии с предъявляемыми требованиями, пленки, используемые для изготовления пищевой упаковки, должны подвергаться ряду испытаний, среди которых основным является определение их проницаемости по отношению к кислороду, водяному пару, запахам (летучим органическим веществам), маслам и жирам (масло- и жиростойкость).

Для характеристики устойчивости упаковочных материалов к действию масел и жиров используются два показателя: жиропроницаемость и жиростойкость. В первом случае определяют длительность сквозного проникновения масла или жира (подсолнечное, сливочное, арахисовое масла, свиной жир) или их композиций через упаковочный материал при заданной температуре.

Во втором случае промежуток времени, прошедший с момента нанесения жировой композиции или ее модели (окрашенное подсолнечное масло, окрашенный органический растворитель) на испытываемую поверхность упаковочного материала до начала ее проникновения в его поверхностный слой, определяемого по образованию окрашенного пятна на поверхности [5].

Жиропроницаемость отличается от свето-, водо-, паро-, кислородо-, газо- и ароматопроницаемости, поскольку не отражает воздействие на продукт окружающей среды. Она характеризуется временем, в течение которого жир, находящийся в продукте, проходит через материал упаковки, т. е. процесс носит диффузионный характер [6 – 9].

Жиростойкость — это время, прошедшее с момента нанесения жировой композиции или ее модели (окрашенное подсолнечное масло, окрашенный растворитель) на испытываемую поверхность до начала ее проникновения в поверхностный слой, определяемого по образованию окрашенного пятна на поверхности. Жиростойкость определяется в единицах времени (с, мин, ч).

На практике материал считается жиростойким, если окрашивание не зафиксировано через 24 ч после начала испытаний при комнатной температуре [5].

Показатели «жиростойкость» и «жиропроницаемость» применяются для характеристики устойчивости упаковочных материалов к действию масел и жиров. Жиростойкость и жиропроницаемость полимерных материалов обусловлена их строением и структурой, зависит от используемых сырьевых компонентов.

В мировой и отечественной практике используются различные методы определения жиростойкости пленок, бумаг, комбинированных материалов, применяемых для упаковывания пищевых продуктов.

Поскольку любые изменения упаковочного материала связаны с возможным изменением его структуры после различных воздействий в том числе и жира, нами были проведены соответствующие исследования по определению жиропроницаемости различных упаковочных материалов.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования были использованы следующие материалы: упаковочная пленка из полиэтилена низкого давления (обр. №1), упаковочная пленка для заморозки из полиэтилена низкого давления (обр. №2), биаксиально-ориентированная полипропиленовая пленка (обр. №3), целлофановая пленка (обр. №4), целлюлозная пищевая бумага (обр. №5), пергамент (обр. №6), подпергамент (обр. №7), фольга (обр. №8), опытный образец биоразлагаемой пленки на основе полимолочной кислоты (обр. №9), образцы биоразлагаемой компостируемой пленки на основе полимолочной кислоты (обр. 10 – 13).

Общий вид образцов упаковочных материалов приведен на рис. 1.

Для наглядного представления результатов исследований и сравнительной оценки образцы упаковочных материалов подготавливались одинакового размера 100 x 25 мм и 150 x 50 мм.

Жиропроницаемость упаковочных материалов определяли согласно двум методикам:

- 1) стандартизированной, согласно требованиям ГОСТ 13525.13 [10] и ГОСТ ISO 16532-2 [11], предназначенной для оценки жиропроницаемости бумажных материалов;
- 2) относительной (сравнительной), предназначенной для оценки жиропроницаемости полимерных пленочных материалов [5, 12, 13].

При использовании первой методики подготовленные образцы размером не менее 50 x 150 мм кондиционировались в соответствии с международным стандартом ISO 187 [14], при температуре 23 ± 1 °C и относительной влажности 50 ± 2 %. Каждую сторону испытываемого образца помечали этикеткой. Работа с испытываемыми образцами в соответствии с ГОСТ ISO 16532-2-2016, проводилась в перчатках. Не допускалось использование образцов, на поверхности которых имелись отпечатки пальцев, масло от предыдущего испытания или иные дефекты, которые могли сказаться на результатах.



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

Готовилась серия пронумерованных растворов, называющихся баллами Кита, состоящих из касторового масла и двух растворителей: толуола и *n*-гептана, согласно табл. 1. Различная степень разбавления масла растворителями обеспечивала различную степень «агрессивности», и, следовательно, различный балл Кита для применяемого раствора.

Для касторового масла измеряли массу, поскольку его высокая вязкость делает измерение объема менее точным. Плотность касторового масла составляет от 0,957 г/см³ до 0,961 г/см³ при температуре 25 °С. Для расчетов использовалось значение 0,96 г/см³, так как увеличение плотности касторового масла при его использовании при температуре 23 °С незначительно.

Составы подготовленных испытательных растворителей приведены на рис. 2.

Таблица 1. Соотношение реактивов для приготовления испытательных растворов Кита
Table 1. Ratio of reagents for the preparation of Kita test solutions

Балл Кита (номер раствора)	Количество реактивов		
	касторовое масло, г	толуол, мл	<i>n</i> -гептан, мл
1	64,0	0	0
2	57,6	3,3	3,3
3	51,2	6,7	6,7
4	44,8	10,0	10,0
5	38,4	13,3	13,3
6	32,0	16,7	16,7
7	25,6	20,0	20,0
8	19,2	23,3	23,3
9	12,8	26,7	26,7
10	6,4	30,0	30,0
11	0	33,3	33,3
12	0	30,0	36,7

Образцы помещали на чистую плоскую темную поверхность испытуемой стороной вверх. Выбирали один из испытательных растворов Кита с промежуточным номером. С высоты примерно 10–15 мм из пипетки на поверхность испытуемого образца выпускали каплю испытательного раствора и включали секундомер. Спустя 15 с чистым лоскутом адсорбирующего материала удаляли касательным движением (смахиванием) избыток испытательного раствора, избегая вдавливания раствора в образец, и немедленно обследовали поверхность,

на которую наносили испытательный раствор. Конечная точка испытания отмечалась потемнением той части поверхности образцов, куда был нанесен испытательный раствор. Если поверхность, на которую был нанесен испытательный раствор, не обследовать сразу же, то летучие компоненты испытательного раствора улетучатся, полученное пятно может восстановить свое исходное значение отражательной способности, и конечная точка испытания достигнута не будет.



Рис. 2. Испытательные растворы (баллы Кита)
Fig. 2. Test solutions (Kita scores)

Если конечная точка достигнута в самом первом опыте, выбирали неиспытанный участок на том же самом образце и повторяли процедуру, используя испытательный раствор с номером ниже, чем номер испытательного раствора, использованного сначала. Эта процедура продолжалась, пока не был определен раствор с самым высоким номером, при котором конечная точка не достигается (т.е. поверхность не темнеет). Испытания проводились с обеих сторон образцов. Номер этого испытательного раствора является баллом Кита для испытуемого образца. Чем выше балл по Кита, тем лучше стойкость испытуемой пробы к воздействию жира.

Примерный вид точки потемнения, достигнутый в ходе проведения испытаний приведен на рис. 3.

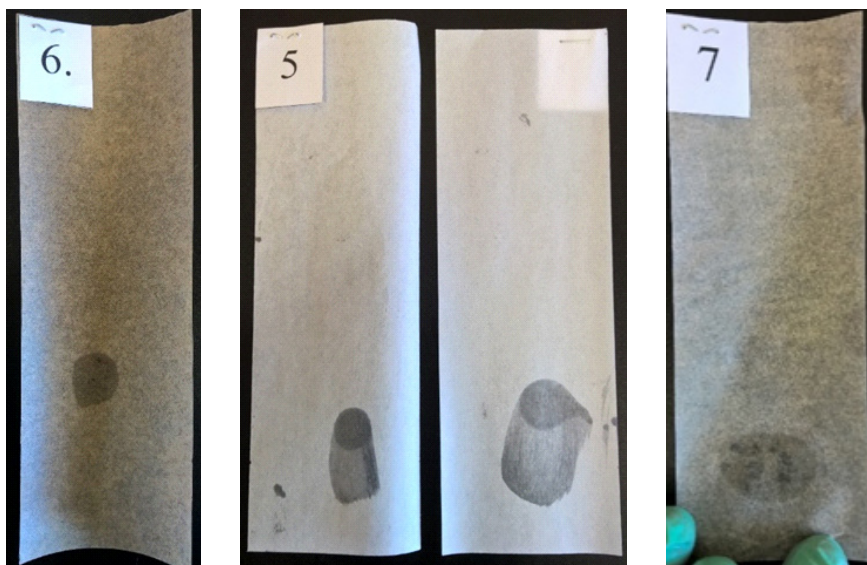


Рис. 3. Примерный вид точки потемнения, достигнутой в ходе проведения испытаний согласно методике по ГОСТ ISO 16532-2-2016
Fig. 3. Approximate view of the darkening point achieved during testing according to the method according to GOST ISO 16532-2-2016

Определение жиростойкости упаковочных материалов проводилось также по относительной (сравнительной) методике ВНИИКОП № 115/09-76 «Испытания полимерных материалов на жиропроницаемость» [12, 15, 16].

Метод основан на определении промежутка времени, прошедшего от начала нанесения подкрашенного рафинированного подсолнечного масла пищевым красителем «судан» на поверхность исследуемого образца до его проникновения в поверхностные слои.

Подготовленные образцы размером не менее 100 x 25 мм кондиционировались в соответствии с международным стандартом ISO 187, при температуре 23 ± 1 °C и относительной влажности 50 ± 2 %. Каждую сторону испытуемого образца помечали этикеткой. Требования, предъявляемые к образцам и порядку испытаний, выполнялись в соответствии с ГОСТ ISO 16532-2-2016.

На испытуемую область образца при помощи пипетки наносили два слоя раствора подсолнечного масла с пищевым красителем Судан, втирая раствор в образец во взаимно перпендикулярных направлениях. Второй слой наносили, не давая просохнуть первому (рис. 4). Удаление подкрашенного масла осуществляли касательным движением (смахиванием), а затем смыванием неокрашенным подсолнечным маслом через установленные промежутки времени (30 с, 1 мин, 2 мин, 5 мин, 10 мин, 20 мин, 30 мин, 1 ч, 6 ч, 24 ч). Визуально оценивали образование окрашенного пятна в месте контакта. Отсутствие на поверхности образца окрашенного пятна спустя 24 ч свидетельствует о его жиростойкости.

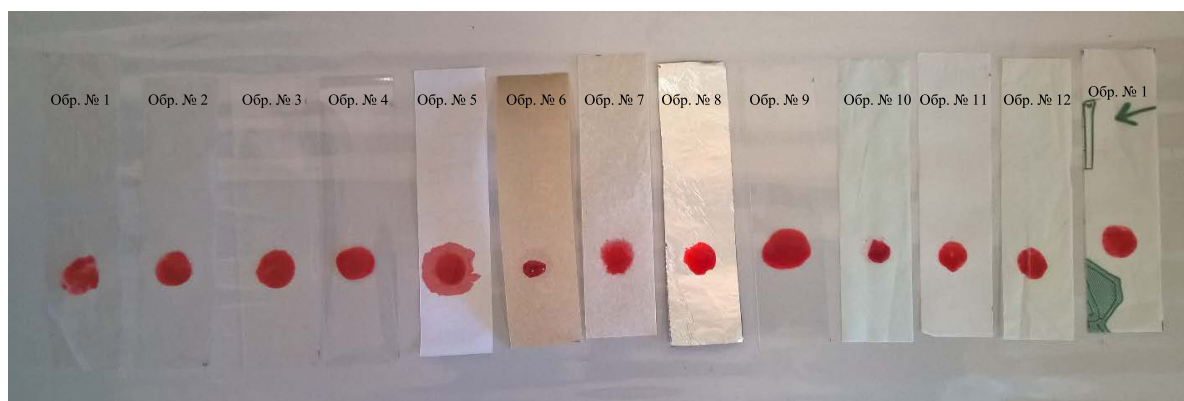


Рис. 4. Нанесение подсолнечного масла с красителем на поверхность испытуемых образцов
Fig. 4. Application of sunflower oil with dye on the surface of the test samples

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам испытаний определения жиропроницаемости упаковочных материалов, согласно первой методике по ГОСТ ISO 16532-2-2016, установлено, что используемая методика справедлива только для упаковочных материалов: бумага, пергамент и подпергамент, для упаковочных материалов на основе полимеров и биоразлагаемых упаковочных материалов не пригодна. У образца №6 одна из сторон является более жиростойкой: лицевая сторона получила 10 баллов Кита, тыльная — 7 баллов Кита. Что касается образца №7, то, согласно техническим характеристикам, он является жиростойким, однако при нанесении испытательного раствора с самым нижним номером (1 балл Кита) образовывалась точка потемнения, что свидетельствовало о несоответствии образца техническим характеристикам заявленным производителем.

Результаты испытаний упаковочных материалов согласно первой методике по ГОСТ ISO 16532-2-2016 приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты испытаний по баллам Кита
Table 2. Test results for Kita scores

Номер образца, согласно табл. 1	Балл Кита для	
	лицевой стороны	тыльной стороны
1 — 4	0	0
5	1	1
6	10	7
7	1	1
8 — 13	0	0

По результатам испытаний определения жиропроницаемости упаковочных материалов по относительной (сравнительной) методике, установлено, что процесс проникновения окрашенного подсолнечного масла в исследуемые образцы упаковочных материалов носит диффузионный характер и различную интенсивность проникновения. У образца №5 окрашивание зафиксировано уже на первой секунде испытаний, у остальных образцов оно появляется спустя некоторое время.

Получены результаты испытаний упаковочных материалов по определению жиропроницаемости согласно второй относительной (сравнительной) методике, которые свидетельствуют о том, что образцы №3, №4, №8, №9 являются жиростойкими, также к жиростойким можно отнести и образец №6, что подтверждает предыдущая методика.

В ходе проведения испытаний также установлено, что образец №11 при нанесении на него подсолнечного масла приобретал относительно прозрачный вид.

Заключение. По результатам исследований, получены следующие результаты:

1. Согласно первой методике определения жиропроницаемости упаковочных материалов по ГОСТ ISO 16532-2-2016, установлено, что используемая методика справедлива только для упаковочных материалов: бумага, пергамент и подпергамент, для упаковочных материалов на основе полимеров и биоразлагаемых упаковочных материалов она не пригодна. У пергамента (обр. №6) одна из сторон является более жиростойкой: лицевая сторона получила 10 баллов Кита, тыльная — 7 баллов Кита. Что касается подпергамента (обр. №7), то, согласно техническим характеристикам на него, он является жиростойким, однако при нанесении испытательного раствора с самым нижним номером (1 балл Кита) образовывалась точка потемнения, что свидетельствовало о несоответствии образца техническим характеристикам заявленным производителем.

2. В соответствии с результатами исследований по второй методике определения жиропроницаемости, установлено, что процесс проникновения окрашенного подсолнечного масла в исследуемые образцы упаковочных материалов носит диффузионный характер и различную интенсивность проникновения. У целлюлозной пищевой бумаги (обр. №5) окрашивание зафиксировано уже на первой секунде испытаний, у остальных образцов оно появляется спустя некоторое время. Определено, что биаксиально-ориентированная полипропиленовая пленка (обр. №3), целлофановая пленка (обр. №4), пергамент (обр. №6), фольга (обр. №8) и опытный образец биоразлагаемой пленки на основе полимолочной кислоты (обр. №9) являются жиростойкими.

Список использованных источников

1. Любешкина, Е. Г. Полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов: требования и принципы выбора / Е. Г. Любешкина // Полимерные материалы. Изделия. Оборудование. Технологии. — 2009. — №4. — С. 4–10.
2. Thailand supermarket ditch plastic pack-aging for banana leaves [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.forbes.com/sites/trevornace/2019/03/25/thailand-supermarket-uses-banana-leaves-instead-of-plastic-packaging/?sh=426975b87102/>. — Дата доступа: 02.10.2023.
3. Харитонов, В. Д. Влияние ультрафиолета на состав и свойства молока / В. Д. Харитонов, Е. А. Юрова // Молочная промышленность. — 2006. — №7. — С. 32–33.
4. Федотова, О. Б. О старении и сроке годности упаковки / О. Б. Федотова // Молочная промышленность. — 2019. — №6. — С. 12–13.
5. Муравин, Я. Г. Применение полимерных и комбинированных материалов для упаковки пищевых продуктов / Я. Г. Муравин, М. Н. Толмачева, А. М. Додонов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 205 с.
6. Ловкис, З. В. Минеральный состав специализированного энергетического продукта на основе свиного шпика / З. В. Ловкис, И. В. Ксенович // Наука, питание и здоровье : сб. научн. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию ; редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. — Минск: Беларуская навука, 2022. — С. 259–261.
7. Погодаев, В. А. Химический состав и физико-химические свойства шпика свиней разной кровности по породам см1 и ландрас / В. А. Погодаев, И. Г. Рачков, Л. М. Смирнова // Сельскохозяйственный журнал. — 2016. — №9. — С. 78–84.
8. Гришкова, А. П. Химический состав и физико-химические свойства мяса и сала свиней чистогорской породы / А. П. Гришкова, Н. А. Чалова, А. А. Аришин // Достижения науки и техники АПК. — 2018. — Т. 32, №12. — С. 59–61.
9. Козликин, А. В. Анализ физико-химических свойств мяса и шпика чистопородных и помесных свиней / А. В. Козликин // Научный журнал КубГАУ. — 2011. — №73. — С. 218–227.

10. Бумага. Методы определения жиропроницаемости : ГОСТ 13525.13-69. — Введ.: 01.01.1970. — Минск: Госстандарт, 2011. — 8 с.
11. Бумага и картон. Определение жиростойкости. Часть 2. Определение отталкивающей способности поверхности : ГОСТ ISO 16532-2-2016. — Введ.: 01.01.2019. — Минск: Госстандарт, 2019. — 12 с.
12. Методы определения барьерных свойств пищевых пленок (обзор) / В. И. Жаркевич [и др.] // Полимерный материалы и технологии. — 2021. — Т. 7, № 2. — С. 6–29.
13. Гуль, В. Е. Пленочные полимерные материалы для упаковки пищевых продуктов / В. Е. Гуль, О. Н. Беляцкая. — М. : Пищевая промышленность, 1968. — 280 с.
14. Бумага, картон и целлюлоза. Стандартная атмосфера для кондиционирования и испытаний, и методика контроля за атмосферой и условиями кондиционирования образцов : ISO 187:2022. — Введ.: 18.10.2022. — Минск: Госстандарт, 2022. — 12 с.
15. Федотова, О. Б. Исследование жиростойкости кашированной фольги / О. Б. Федотова, Д. М. Мясенко, А. С. Сироткина // Пищевая промышленность. — 2009. — № 6. — С. 19 — 21.
16. Фролова, Ю. В. Методы оценки защитных полимерных покрытий, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами / Ю. В. Фролова // Health, Food & Biotechnology. — 2020. — Т. 2, № 1. — С. 98–111.

Информация об авторах

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

E-mail: Lovkis.zv@mail.ru

Корзан Сергей Иванович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела новых технологий и техники РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: seroga.korzanmc@mail.ru

Information about authors

Lovkis Zenon Valentinovich, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor, Chief Researcher of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: Lovkis.zv@mail.ru

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

УДК 664.694:664.66.022.39

Поступила в редакцию 22.11.2023
Received 22.11.2023**Покрашинская А. В.***Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь***ОЦЕНКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ
С ВНЕСЕНИЕМ ЖМЫХА АРОНИИ ЧЕРНОПЛОДНОЙ**

Аннотация. Оценка уровня качества позволяет определить соответствие продукта требованиям как потребителей, так и соответствующим стандартам качества. Она помогает производителям улучшить качество продукции, повысить ее конкурентоспособность на рынке и удовлетворить потребности потребителей. Товар, который в большей степени соответствует требованиям потребителя, по сравнению с конкурирующими товарами, получает наибольшее признание среди товаров, предназначенных для удовлетворения данной общественной потребности. В ходе проведения исследований в лабораторных условиях были изготовлены образцы макаронных изделий из муки пшеничной разных сортов с внесением порошка из жмыха аронии черноплодной. В полученных образцах макаронных изделий были изучены органолептические и физико-химические показатели качества, а также определена оценка уровня качества. Установлено, что порошок из жмыха аронии черноплодной оказывает влияние на органолептические свойства макаронных изделий, изменяя их цвет и вкус. Анализ физико-химических свойств показал, что изделия из муки пшеничной высшего и первого сорта с дозировками порошка из жмыха аронии в количестве до 6,5 % и изделия из муки пшеничной второго сорта с дозировкой порошка до 3,5 % соответствуют требованиям, предъявляемым СТБ 1963–2006. При проведении оценки уровня качества исследуемых макаронных изделий было отмечено, что наиболее желательными являются образцы макаронных изделий с дозировкой добавки 3,5 и 5,0 %. Таким образом, образцы макаронных изделий из муки пшеничной разных сортов с внесением порошка из жмыха аронии черноплодной обладают хорошим качеством (уровень качества равен 0,81–0,88) и конкурентоспособностью.

Ключевые слова: макаронные изделия, жмых аронии черноплодной, показатели качества, уровень качества.

A. V. Pokrashinskaya*Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus***ASSESSMENT OF THE QUALITY LEVEL OF PASTA PRODUCTS WITH THE
INTRODUCTION OF CHOKEBERRY CAKE POWDER**

Abstract. Assessing the quality level allows you to determine whether a product meets the requirements of both consumers and the relevant quality standards. It helps manufacturers improve product quality, increase their competitiveness in the market and meet consumer needs. A product that better meets consumer requirements, compared to competing products, receives the greatest recognition among products designed to satisfy a given social need. During laboratory research, samples of pasta were made from different types of wheat flour with the addition of chokeberry cake powder. In the obtained samples of pasta, organoleptic and physico-chemical quality indicators were studied, and an assessment of the quality level was determined. It has been established that chokeberry cake powder affects the organoleptic properties of pasta, changing their color and taste. Analysis of physico-chemical properties showed that products made from premium and first grade wheat flour with dosages of chokeberry cake powder in amounts up to 6.5% and products made from second grade wheat flour with powder dosages up to 3.5% meet the requirements of STB 1963–2006. When assessing the level of quality of the studied pasta, as a result of a tasting assessment, it was noted that the most desirable samples of pasta were those with an additive dosage of 3.5 and 5.0%. Thus, samples

of pasta made from different types of wheat flour with the addition of chokeberry cake powder have good quality (quality level is 0.81–0.88) and competitiveness.

Keywords: pasta, chokeberry cake, quality indicators, quality level.

Введение. При сортовом помоле зерна пшеницы в муку оболочки, зародыш и алейроновый слой удаляются в отруби. Поэтому более высокие сорта муки имеют низкое содержание витаминов и минеральных соединений. В свою очередь, мука второго сорта обладает более высоким содержанием необходимых нутриентов. Однако данный сорт муки не находит применения в макаронном производстве, в связи с тем, что макаронные изделия, изготовленные из него, имеют непривлекательный для потребителя внешний вид [1, 2].

В связи с тем, что макаронные изделия имеют стабильный спрос у всех групп населения, они могут рассматриваться как объект для внесения функциональных пищевых ингредиентов. Качество продуктов питания и сбалансированность рациона человека имеют определяющее значение для состояния его здоровья и качества жизни. Отечественные пищевые предприятия выпускают обогащенные и функциональные пищевые продукты, но их количество на сегодняшний день недостаточно [3, 4].

Для повышения пищевой ценности макаронных изделий используются различные растительные компоненты [5–9]. Весьма перспективным направлением является использование продуктов переработки ягодных культур при производстве продуктов питания в качестве функциональных компонентов, которые являются важнейшими источниками макро- и микронутриентов. С целью обогащения макаронных изделий можно использовать высушенные и измельченные до порошкообразного состояния местные плоды и ягоды, такие как черника, клюка, арония черноплодная и другие [10–13].

Кроме того, в настоящее время с целью повышения экономической эффективности и сохранения экологической обстановки окружающей среды в промышленности, в том числе в пищевой, активно разрабатываются и внедряются малоотходные и безотходные технологии производства. С этой точки зрения перспективной является идея использования жмыха аронии черноплодной, как отхода при производстве сока, в производстве макаронных изделий для повышения пищевой ценности. При производстве сока образуется большое количество отходов, которые обычно никак не используются.

Известно, что арония черноплодная богата антоцианами, флавоноидами, дубильными веществами и органическими кислотами, а также обладает высокой антиоксидантной активностью за счет высокого содержания природного антиоксиданта — аскорбиновой кислоты. Именно поэтому внесение продуктов переработки аронии черноплодной в рецептуры макаронных изделий является целесообразным для повышения биологической ценности макаронных изделий. Плоды аронии черноплодной также богаты витаминами группы В, витамином С, витамином РР, минеральными веществами, такими как молибден, марганец, магний, йод, железо [14, 15, 16].

С точки зрения потребительских свойств применение порошка из жмыха аронии черноплодной также целесообразно и перспективно. Продукты переработки аронии содержат натуральные красители, органические кислоты и дубильные вещества. Макаронные изделия с добавкой порошка из жмыха аронии черноплодной будут иметь приятный внешний вид и оригинальный вкус и аромат, а за счет содержания антиоксидантов такие изделия будут меньше подвергаться окислению, что продлит их срок хранения.

Материалы и методы исследований. При проведении исследований использовалась мука пшеничная высшего, первого и второго сорта [17] и порошок из жмыха аронии черноплодной.

Порошок из жмыха аронии черноплодной был получен путем высушивания жмыха, оставшегося после отжатия сока, с последующим его измельчением. На рис. 1 представлен внешний вид жмыха аронии черноплодной.

Результаты исследований и их обсуждение. Порошок из жмыха вносился взамен части муки в количестве 3,5, 5,0 и 6,5 %. Для изготовления макаронных изделий использовался лабораторный макаронный пресс «Amitek». Влажность теста для всех образцов равнялась 32,5 %, а температура — 30 °С. Сырые макаронные изделия высушивались в сушильном шкафу при температуре 65–70 °С до влажности не более 13,0 % [18, 19, 20]. В качестве контроля исследовалось макаронное тесто без внесения пищевого порошка аронии черноплодной.

На рис. 2 представлен внешний вид полученных макаронных изделий.

В результате проведенного анализа качества макаронных изделий из разных сортов муки установлено, что макаронные изделия по всем показателям качества соответствуют требованиям СТБ 1963–2009 [21]. Однако изделия, полученные из муки второго сорта, обладают не совсем привлекательным для потребителя внешним видом: темно-бежевым с сероватым оттенком.



a

б

a — не измельченный; *б* — после измельчения

Рис. 1. Жмых аронии черноплодной

Fig. 1. Aronia chokeberry cake

Внесение порошка из жмыха аронии черноплодной также оказывает влияние на органолептические свойства макаронных изделий, в том числе и на их цвет. Так, при дозировке порошка в количестве 6,5 % у всех образцов макаронных изделий наблюдается темно-бежевый цвет с красноватым оттенком.

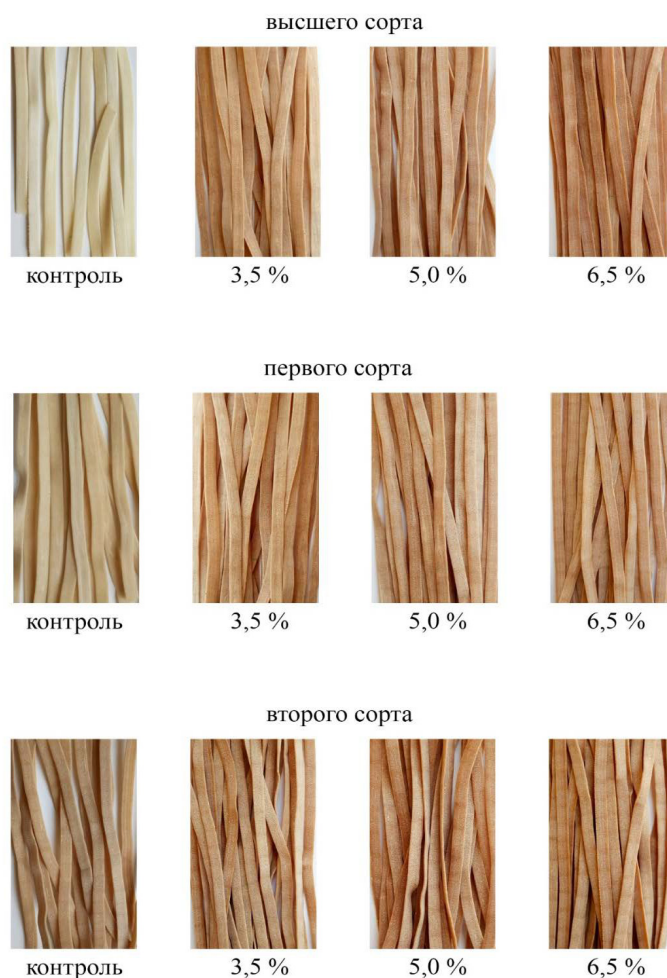


Рис. 2. Внешний вид макаронных изделий из разных сортов пшеничной муки с различными дозировками порошка из жмыха аронии черноплодной

Fig. 2. Appearance of pasta made from different types of wheat flour with different dosages of chokeberry cake powder

Физико-химические показатели качества (влажность, кислотность) изделий из пшеничной муки высшего и первого сортов со всеми исследуемыми дозировками порошка из жмыха аронии черноплодной и изделий из пшеничной муки второго сорта с дозировкой порошка 3,5 % соответствуют требованиям СТБ 1963-2009. Кислотность образцов макаронных изделий из муки второго сорта с дозировками порошка из жмыха аронии в количествах 5,0 и 6,5 % превышает установленную норму на 7,0 и 17,0 % соответственно.

В образцах макаронных изделий также были определены варочные свойства: состояние после варки, продолжительность варки до готовности, количество сухих веществ, перешедших в варочную воду. Внешний вид макаронных изделий после варки представлен на рис. 3.

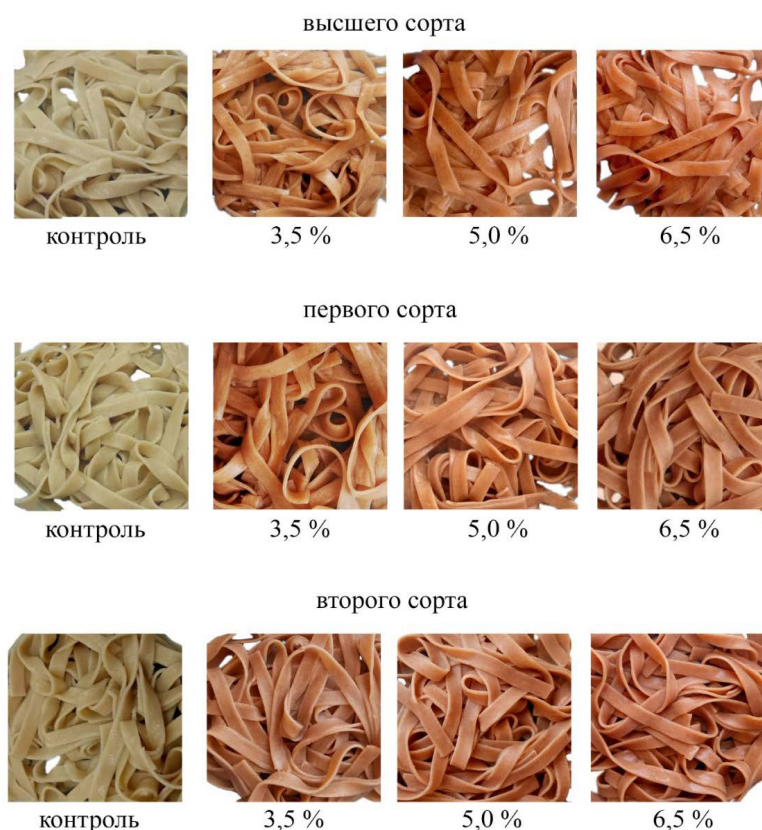


Рис. 3. Внешний вид макаронных изделий из разных сортов пшеничной муки с разными дозировками порошка из жмыха аронии черноплодной после варки

Fig. 3. Appearance of pasta made from different types of wheat flour with different dosages of chokeberry cake powder after cooking

Исследования показали, что все образцы макаронных изделий в процессе варки хорошо сохраняли форму, не склеивались и не разваливались. Внесение порошка из жмыха аронии черноплодной оказало незначительное влияние на величину исследуемых показателей качества.

Для оценки уровня качества были изучены органолептические показатели качества. Методы органолептического анализа уровня качества подразделяются на потребительские, которые основываются на шкале желательности, и аналитические, которые основаны на установленных шкалах. При потребительской оценке качества продукции используется система предпочтительности или приемлемости на основе шкалы желательности. При оценке конкурентоспособности продукта выбирались показатели, которые наиболее значимы для потребителей [22].

Выбор номенклатуры потребительских свойств проводили путем интервьюирования. Результаты опроса представлены в табл. 1.

Следующим этапом было определение значимости (весомости) показателей. Для оценки значимости показателей устанавливается их иерархия на основании коэффициентов весомости. Коэффициенты весомости показателей качества представлены в табл.2.

Таблица 1. Потребительская оценка номенклатуры органолептических показателей качества макаронных изделий
Table 1. Consumer assessment of the range of organoleptic quality indicators of pasta

Показатели	Наличие показателя в нормативной документации	Показатель назван при опросе	Доля опрошенных, назвавших показатель, %
Цвет	+	+	65,0
Поверхность	+	+	5,0
Излом	+	—	—
Форма	+	—	—
Вкус	+	+	100,0
Запах	+	+	30,0
Состояние после варки	+	+	85,0

На первый план выдвигается тот показатель, который имеет наибольшую значимость для потребителя. В результате анализа установлено, что наиболее весомыми для потребителей показателями качества макаронных изделий являются вкус и состояние после варки, а менее весомыми — цвет и запах.

Использование шкалы желательности позволяет определить степень желательности в зависимости от различных факторов.

Таблица 2. Определение коэффициентов весомости показателей качества
Table 2. Determination of weight coefficients for quality indicators

Наименование показателя	Оценка показателя (ранги)					Сумма рангов	Коэффициент весомости	
	1	2	3	4	5		расчетный	приведенный
Цвет	2	1	1	2	2	8	0,16	3,2
Вкус	4	3	4	4	4	19	0,38	7,6
Запах	1	2	2	1	1	7	0,14	2,8
Состояние после варки	3	4	3	3	3	16	0,32	6,4
Итого рангов	10	10	10	10	10	50	1,00	20

В табл. 3 показан сводный дегустационный лист для образцов макаронных изделий из разных сортов пшеничной муки с порошком из жмыха аронии черноплодной. Также был определен процент нежелательности — доля нежелательных оценок к общему числу оценок по каждому образцу.

Таблица 3. Сводный дегустационный лист для образцов макаронных изделий из разных сортов пшеничной муки с порошком из жмыха аронии черноплодной

Table 3. Summary tasting sheet for samples of pasta made from different types of wheat flour with chokeberry cake powder

Уровень желательности	Числовое значение уровня	Количество оценок по образцам для макаронных изделий								
		из муки высшего сорта, с добавлением порошка аронии в дозировке:			из муки первого сорта, с добавлением порошка аронии в дозировке:			из муки второго сорта, с добавлением порошка аронии в дозировке:		
		3,5 %	5,0 %	6,5 %	3,5 %	5,0 %	6,5 %	3,5 %	5,0 %	6,5 %
Очень желательный	9	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Весьма желательный	8	4	3	2	3	4	2	4	2	2
Среднежелательный	7	3	2	3	2	3	2	2	3	3
Маложелательный	6	0	0	1	1	0	2	1	1	2
Нейтральный	5	1	2	1	1	1	2	1	0	0
Слегка нежелательный	4	0	0	1	0	0	1	0	1	1
Среднежелательный	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Весьма нежелательный	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Окончание табл. 3

Уровень желательности	Числовое значение уровня	Количество оценок по образцам для макаронных изделий								
		из муки высшего сорта, с добавлением порошка аронии в дозировке:			из муки первого сорта, с добавлением порошка аронии в дозировке:			из муки второго сорта, с добавлением порошка аронии в дозировке:		
		3,5 %	5,0 %	6,5 %	3,5 %	5,0 %	6,5 %	3,5 %	5,0 %	6,5 %
Очень нежелательный	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего оценок		8	8	8	8	8	8	8	8	8
Средняя оценка		7,25	7,13	6,50	7,25	7,25	7,00	7,13	7,00	6,65
Доля нежелательности, %		—	—	12,5	—	—	12,5	—	12,5	12,5

Кроме того, разработана оценочная бальная шкала, необходимая для расчета комплексного показателя качества продукта (табл. 4). Комплексный показатель качества — это сумма произведений оценок по единичным показателям на соответствующие коэффициенты весовости [22].

Таблица 4. Оценочная бальная шкала качества макаронных изделий по органолептическим показателям

Table 4. Rating scale for the quality of pasta based on organoleptic indicators

Наименование показателя	Характеристика	Оценочный балл
Цвет	Однотонный, типичный для данного вида	5
	Однотонный, слегка темнее или светлее	4
	Значительно темнее или светлее	3
	Не однотонный	2
	Посторонний	1
Вкус	Очень хорошо выраженный	5
	Хорошо выраженный	4
	Слабо выраженный	3
	Невыраженный, «пустой»	2
	Посторонний	1
Запах	Хорошо выраженный	5
	Недостаточно выраженный	4
	Слабо выраженный	3
	Невыраженный, «пустой»	2
	Посторонний	1
Состояние после варки	Не слипаются, консистенция упругая	5
	Не слипаются, консистенция слегка размягченная	4
	Слегка слипаются и незначительно теряют форму, консистенция мягкая	3
	Слипаются, значительно теряют форму, консистенция мягкая, слегка расползаются	2
	Слипаются или превращаются в осколки, теряют форму, консистенция сильно расползающаяся	1

На основании оценочной бальной шкалы была произведена оценка уровня качества макаронных изделий из разных сортов муки пшеничной хлебопекарной с добавкой жмыха аронии черноплодной по комплексному показателю. Оценка проводилась с учетом сравнения с «идеальным» образцом, который имеет комплексный показатель, равный 100. Результаты оценки уровня качества макаронных изделий из разных сортов пшеничной муки с порошком из жмыха аронии черноплодной представлены в табл. 5.

На основании оценки уровня качества образцов макаронных изделий из разных сортов пшеничной муки с внесением порошка из жмыха аронии черноплодной можно сделать вывод, что все образцы обладают хорошим качеством (уровень качества равен 0,81–0,88).

Таблица 5. Уровень качества макаронных изделий из разных сортов пшеничной муки с порошком из жмыха аронии черноплодной
Table 5. The level of quality of pasta made from different types of wheat flour with chokeberry cake powder

Сорт	Дозировка порошка, %	Комплексный показатель	Уровень качества
высший	3,5	81,9	0,82
	5,0	82,5	0,83
	6,5	88,4	0,88
первый	3,5	81,9	0,82
	5,0	84,3	0,84
	6,5	87,1	0,87
второй	3,5	80,7	0,81
	5,0	85,0	0,85
	6,5	87,1	0,87

Заключение. В ходе проведения исследований были определены органолептические и физико-химические показатели качества, а также проведена оценка уровня качества макаронных изделий из муки пшеничной разных сортов с внесением порошка из жмыха аронии черноплодной. Установлено, что порошок из жмыха аронии черноплодной оказывает влияние на органолептические свойства макаронных изделий, изменяя их цвет и вкус. Физико-химические свойства изделий из муки пшеничной высшего и первого сорта с дозировками порошка из жмыха аронии в количестве до 6,5 % и изделий из муки пшеничной второго сорта с дозировкой порошка до 3,5 % соответствуют требованиям, предъявляемым СТБ 1963-2006. При проведении оценки уровня качества исследуемых макаронных изделий было отмечено, что наиболее желательными являются образцы макаронных изделий с дозировкой добавки 3,5 и 5,0 %. Таким образом, образцы макаронных изделий из муки пшеничной разных сортов с внесением порошка из жмыха аронии черноплодной обладают хорошим качеством (уровень качества равен 0,81–0,88).

Список использованных источников:

- Егоров, Г.А. Технология муки. Технология крупы / Г.А. Егоров. — М.: КолосС, 2005. — 296 с.
- Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства: учебник. — 9-е изд.; перераб. и доп. / под общ. ред. Л. И. Пучковой. — СПб: Профессия, 2005. — 416 с.
- Современная теория позитивного питания и функциональные продукты / Кочеткова А.А. [и др.] // Пищевая промышленность. — 1999. — №4. — С. 7–10.
- Мелешкина, Л. Е. Макароны функционального назначения / Л.Е. Мелешкина, А.В. Снегирева, Н.В. Червякова // Ползуновский вестник. — 2021. — №4. — С. 52–59.
- Блинова, О. А. Потребительские свойства изделий макаронных с применением сушеных пряных трав / О.А. Блинова, А.Н. Макушин, А.П. Троц // Инновационные достижения науки и техники АПК: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 12 декабря 2017 года. — Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. — С. 236–238.
- Бочкарева, И.А. Оптимизация процесса производства макаронных изделий специального назначения с использованием тыквенной мякоти / И.А. Бочкарева, В.П. Попов, А.Г. Зинюхина // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2014. — №9 (170). — С. 226–230.
- Возможности использования нетрадиционного сырья при производстве макаронных изделий / Е. Ф. Тихонович [и др.] // Хлебопек. — 2009. — №4. — С. 20–22.
- Гришина, Е.С. Состав и пищевая ценность макаронных изделий из муки хлебопекарной высшего сорта с добавлением растительного ингредиента / Е.С. Гришина, К.А. Ступаченко // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения: сборник статей XVI Международной научно-практической конференции, Пенза, 12 декабря 2019 года. — Пенза: Наука и просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. — С. 71–74.
- Измаев, Б.А. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования комбинированных систем сырья / Б.А. Измаев, Г.К. Исакова, Г.А. Умирзакова, Г.О. Магомедов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. — 2018. — №1 (75). — С. 173–180.
- Кошак, Ж.В. Влияние порошка аронии черноплодной в составе макаронных изделий на их качество / Ж.В. Кошак, Л.В. Рукшан, А.В. Покрашинская // Вестник МГУП. — 2019. — №1 (26). — С. 24–30.

11. Кошак, Ж.В. Пищевые порошки плодов и ягод — источник минеральных веществ для обогащения макаронных изделий / Ж.В. Кошак, А.В. Покрашинская // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции (Гродно, 16 мая 2014 года) / Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет». — Гродно, 2014. — Выпуск: Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. — С. 90–92.
12. Кошак, Ж. В. Повышение пищевой ценности макаронных изделий из местного сырья / Ж.В. Кошак [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей III Международной научно-практической конференции, Минск, 23–24 марта 2017 г. — Минск: БГАТУ, 2017. — С. 124–126.
13. Макароны изделия «Здоровье» с облепиховым шротом: пат. RU 2548188 / Е.О. Никулина, Г.В. Иванова, О.Я. Кольман. — Оpubл. 20.04.2015.
14. Блинникова, О.М. Витаминная ценность плодов аронии черноплодной / О.М. Блинникова // Вестник МичГАУ. — 2013. — №2. — С. 56–59.
15. Логвинова, Е. Е. Изучение комплекса БАВ плодов рябины черноплодной / Е.Е. Логвинова // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Создание новых физиологически активных веществ: Материалы 5-й Международной научно-методической конференции «Фармобразование — 2013», Воронеж, 16–18 апреля 2013 года. — Воронеж: Воронежский государственный университет, 2013. — С. 382–385.
16. Сорокина, А.А. Рябина черноплодная / А.А. Сорокина // Здоровье. — 1989. — № . — С. 11–13.
17. Мука пшеничная. Технические условия: СТБ 1666-2006. — Введен 2006.12.01. — Минск: БелГИСС, 2011. — 22 с.
18. Осипова, Г.А. Технология макаронного производства: учебное пособие для вузов / Г.А. Осипова. — Орел: ОрелГТУ, 2009. — 152 с.
19. Медведев, Г.М. Технология и оборудование макаронного производства / Г. М. Медведев. — Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 280 с.
20. Медведев, Г.М. Технология макаронного производства / Г.М. Медведев. — М.: Колос, 2000. — 264 с.
21. Изделия макаронные. Общие технические условия: СТБ 1963-2009. — Введен 2011.07.01. — Минск: БелГИСС, 2010. — 28 с.
22. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров: пособие по выполнению курсовых и дипломных работ / Лисовская Д.П. [и др.]; под общей ред. Д.П. Лисовской. — Гомель: ЦНТУ «Развитие», 2004. — 113 с.

Информация об авторах

Покрашинская Алла Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки растительного сырья УО «Гродненский государственный аграрный университет» (ул. Терешковой, 28, 230008, г. Гродно, Республика Беларусь).
E-mail: pokrashinskaya@gmail.com

Information about authors

Pokrashinskaya Alla Vladimirovna, PhD (Engineering), Associate Professor, department of technology of storage and processing of vegetable raw materials, Grodno State Agrarian University (28 Tereshkova St., 230008 Grodno, Republic of Belarus).
E-mail: pokrashinskaya@gmail.com

УДК 664.78

Поступила в редакцию 21.11.2023
Received 21.11.2023**М. Н. Василевская, И. А. Машкова, Т. В. Прохорцова***Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», Могилев, Республика Беларусь***ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
МУЧНЫХ СЛАДОСТЕЙ С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ
ОСНОВНЫХ НУТРИЕНТОВ**

Аннотация. Разработка технологических аспектов производства мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов включала исследования влияния вида и дозировок нетрадиционного растительного сырья на процесс изготовления и показатели качества полуфабрикатов и выпеченных образцов мучных сладостей, установление оптимальных дозировок нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча в разрабатываемых рецептурах мучных кондитерских изделий; изучение влияния технологических режимов на процесс изготовления, показатели качества полуфабрикатов и выпеченных образцов мучных сладостей с добавлением нетрадиционного растительного сырья и установление оптимальных технологических режимов приготовления мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов. На основании полученных результатов разработаны рецептурные составы мучных сладостей в виде песочно-выемного печенья и пряничных изделий с дифференцированным содержанием основных нутриентов, которые использовались для изготовления мучных сладостей в рассматриваемых сегментах. Проведен анализ показателей качества выпеченных образцов и расчет пищевой ценности разработанных мучных сладостей, результаты которого показывают высокое содержание белка и пищевых волокон при сниженном содержании углеводов.

Ключевые слова: мука, шрот, урбеч, мучные сладости, рецептурный состав, тестовые полуфабрикаты, структурно-механические свойства, показатели качества, пищевая ценность.

M. N. Vasilevskaya, I. A. Mashkova, T. V. Prakhartsova*Educational institution “Belarusian State University of Food and Chemical Technologies”,
Mogilev, Republic of Belarus***TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE USE OF NON-TRADITIONAL PLANT
RAW MATERIALS IN THE DEVELOPMENT OF FLOUR SWEETS WITH
DIFFERENTIATED CONTENT OF BASIC NUTRIENTS**

Abstract. The development of technological aspects of the production of flour sweets with differentiated contents of basic nutrients included research into the influence of the type and dosage of non-traditional plant raw materials on the manufacturing process and quality indicators of semi-finished products and baked samples of flour sweets, the establishment of optimal dosages of non-traditional types of flour, meal and urbech in the developed recipes of flour confectionery products; studying the influence of technological regimes on the manufacturing process, quality indicators of semi-finished products and baked samples of flour sweets with the addition of non-traditional plant raw materials and establishing optimal technological regimes for the preparation of flour sweets with differentiated content of main nutrients. Based on the results obtained, recipe compositions for flour sweets were developed in the form of shortbread cookies and gingerbread products with differentiated contents of essential nutrients, which were used for the production of flour sweets in the flour sweets segment under consideration. An analysis of the quality indicators of baked samples and calculation of the nutritional value of the developed flour sweets were carried out, the results of which show a high content of protein and dietary fiber with a reduced content of carbohydrates.

Keywords: flour, meal, urbech, flour sweets, recipe composition, test semi-finished products, structural and mechanical properties, quality indicators, nutritional value.

Введение. В настоящее время мучные кондитерские изделия являются продукцией, пользующейся высоким потребительским спросом среди широких слоев населения. При этом большая часть ассортимента рассматриваемой группы продуктов питания характеризуется высокой энергетической ценностью, обусловленной, главным образом, высоким содержанием жира и углеводов, в том числе легкоусвояемых углеводов. С целью расширения ассортимента мучных кондитерских изделий, повышения эффективности переработки имеющегося сырья, а также дифференциации пищевой и энергетической ценности продукции широко распространено использование нетрадиционного сырья как растительного, так и животного происхождения. Помимо этого использование предлагаемого нетрадиционного растительного сырья вследствие ярко выраженных вкусовых характеристик и аромата позволяет придать продукции, изготовленной с их использованием, характерные органолептические показатели качества. При этом необходимо учитывать предпочтения потребителей, что и следует предусмотреть при разработке рецептурных составов мучных кондитерских изделий путем подбора комбинаций нетрадиционного растительного сырья и его дозировок в разрабатываемых рецептурах [1–4].

Использование нетрадиционного сырья в виде различных продуктов переработки растительных культур благодаря высокому содержанию белка и пищевых волокон позволяет провести дифференциацию содержания основных нутриентов в рецептурах мучных кондитерских изделий, а именно повысить содержание белка и пищевых волокон и сократить количество жира и углеводов, что позволит снизить энергетическую ценность мучных кондитерских изделий [5–8]. Вместе с тем использование нетрадиционных видов сырья во многих случаях позволяет приблизить разрабатываемые изделия к продукции целевого назначения, в том числе применяемой при составлении рационов диетического профилактического питания [9, 10].

Целью исследований являлась разработка технологических аспектов производства мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов.

Объектами исследований являлись экспериментальные образцы полуфабрикатов мучных сладостей и выпеченные образцы продукции в виде песочно-выемного печенья и пряничных изделий, изготовленные на основе пшеничной муки с добавлением нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча.

Материалы и методы исследований. В работе использовали стандартные и специальные методы исследований полуфабрикатов и выпеченных мучных кондитерских изделий: органолептические и структурно-механические показатели качества тестовых полуфабрикатов исследовали в соответствии с методиками [11–14]; показатели качества выпеченных образцов мучных сладостей анализировали в соответствии с методиками [15–18]. Обработку экспериментальных данных и графическую интерпретацию полученных результатов осуществляли с помощью приложений Microsoft Office для Windows XP.

Результаты исследований и их обсуждение. При разработке технологических аспектов производства мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов изучали влияние вида и дозировок нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча на показатели качества тестовых полуфабрикатов и выпеченных образцов мучных сладостей с целью установления максимальных дозировок указанного нетрадиционного сырья. Для этого были составлены рецептурные смеси на основе пшеничной муки с добавлением нетрадиционного мучного сырья, дозировки которого составляли от 0 до 30 % от общей массы муки с шагом 5 %. Рецептурные смеси, содержащие пшеничную муку и предлагаемые образцы нетрадиционной муки и шротов в указанных дозировках, использовались для проведения модельных опытов. Помимо указанного мучного сырья рецептура включала сахар, маргарин, яйцо, химический разрыхлитель и воду до влажности теста $18 \pm 1\%$. Результаты по изучению влияния дозировок нетрадиционных видов муки и шротов на структурно-механические свойства тестовых полуфабрикатов и выпеченных мучных сладостей представлены на рис. 1–3.

Установлено, что введение в рецептуру мучных сладостей нетрадиционных видов муки обуславливает изменение адгезионной способности тестовых полуфабрикатов, при этом линии тренда имеют полиномиальный характер второй степени, достоверность аппроксимации составляла $R^2=0,93$ и более.

Полученные результаты объясняются повышенным содержанием белка и пищевых волокон в исследуемых образцах нетрадиционной муки по сравнению с пшеничной мукой. Следует отметить, что наибольшее увеличение адгезионной способности тестовых полуфабрикатов наблюдается при использовании льняной и соевой муки, которые характеризуются наибольшим среди используемых образцов мукопродуктов содержанием пищевых волокон

и белка соответственно. Добавление в рецептуру мучных сладостей шротов масличных культур приводит к незначительному снижению адгезионной способности тестовых полуфабрикатов, что объясняется наличием в них наряду с белковыми веществами достаточного количества жира [19, 20]. С позиции формирования тестовых заготовок мучных сладостей высокая адгезионная способность тестовых полуфабрикатов не желательна, так как отрицательно скажется на процессе формирования и, как следствие, качестве готовых изделий.

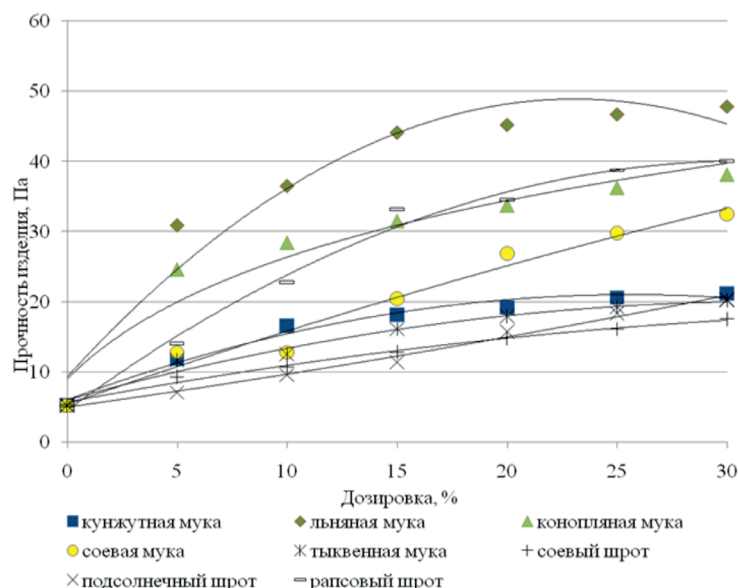


Рис. 1. Влияние дозировок нетрадиционных видов муки и шротов на адгезионную способность тестовых полуфабрикатов мучных сладостей

Fig. 1. The influence of dosages of non-traditional types of flour and meal on the adhesion ability of test semi-finished flour sweets

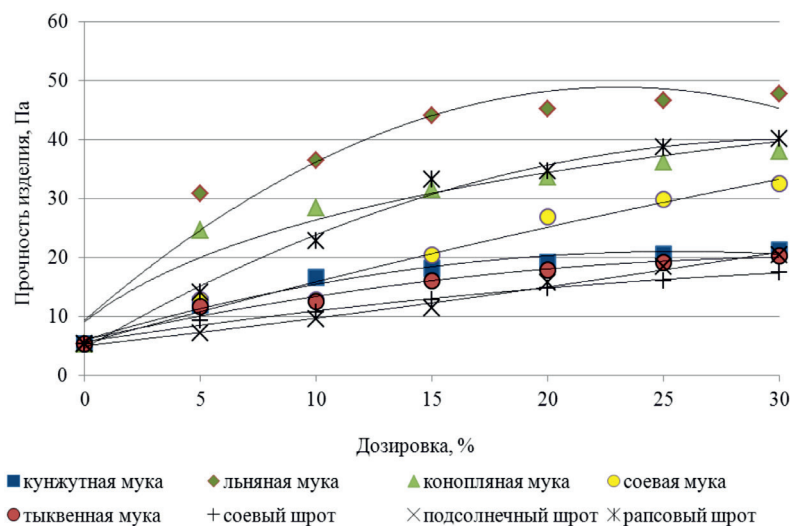


Рис. 2. Влияние дозировок нетрадиционных видов муки и шротов на прочность мучных сладостей

Fig. 2. The influence of dosages of non-traditional types of flour and meal on the strength of flour sweet

Согласно данным, представленным на рис. 2 и 3, введение в рецептуру мучных сладостей нетрадиционных видов муки и шротов приводит к увеличению прочности и снижению намокаемости выпеченных образцов. Линии тренда установленных зависимостей имеют полиномиальный характер второй степени, достоверность аппроксимации составляла $R^2=0,94$ и более. Полученные данные объясняются упрочнением структуры выпеченных изделий вследствие повышенного содержания белка в используемом нетрадиционном сырье в срав-

нении с пшеничной мукой. При этом наибольшая прочность характерна для образцов с добавлением рапсового шрота, льняной и конопляной муки, в которых наряду с достаточным высоким количеством белка содержится достаточное количество пищевых волокон [20].

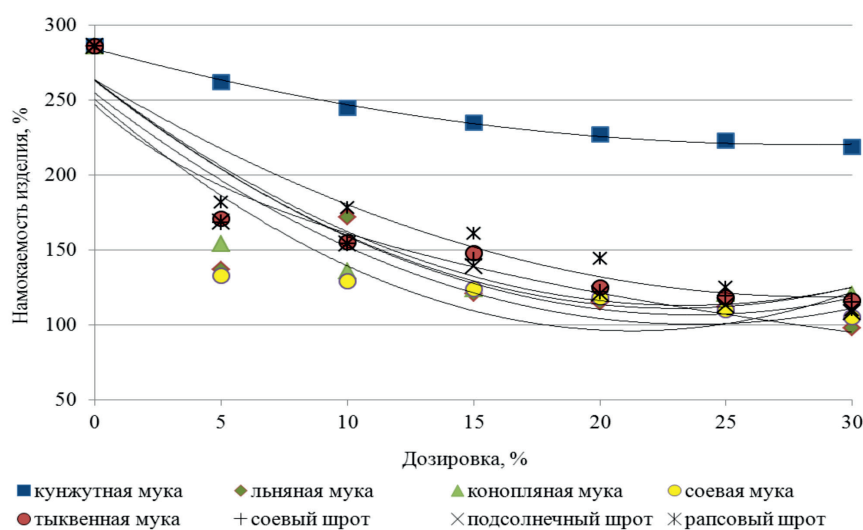


Рис. 3. Влияние дозировок нетрадиционных видов муки и шротов на намокаемость мучных сладостей
Fig. 3. The influence of dosages of non-traditional types of flour and meal on the wetness of flour sweets

Анализируя намокаемость выпеченных образцов, необходимо отметить, что наибольшие значения этого показателя, обусловленные получением достаточно разрыхленной структуры выпеченных изделий, наблюдаются при использовании кунжутной муки, что объясняется высоким содержанием жира в этом виде нетрадиционной муки [20]. Линии тренда установленных зависимостей имеют полиномиальный характер второй степени, достоверность аппроксимации составляла $R^2=0,79$ и более.

Таким образом, полученные результаты показывают, что дозировки нетрадиционного сырья в разрабатываемых рецептурах мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов необходимо ограничивать с целью предупреждения негативного влияния на структурно-механические свойства тестовых полуфабрикатов и показатели качества готовых изделий.

При проведении исследований изучали влияние нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча на органолептические и физико-химические показатели качества выпеченных мучных кондитерских изделий, в качестве которых рассматривали песочно-выемное печенье и пряничные изделия.

Установлено, что введение в рецептуру печенья исследуемых образцов нетрадиционной муки и шротов привело в некоторых случаях к ухудшению структурно-механических свойств теста. В наибольшей степени это наблюдалось при использовании нетрадиционного сырья в максимальных дозировках — тесто имело более плотную, затянутую консистенцию, что затрудняло формование тестовых заготовок. Введение урбеча в рецептуру печенья способствовало увеличению адгезионной способности теста, при этом снизилась пластичность теста, в результате тесто имело более плотную, затянутую консистенцию, что затрудняло процесс формования тестовых заготовок. В наибольшей степени это наблюдалось при использовании урбеча в дозировках 15–30%. Полученные результаты объясняются химическим составом и консистенцией урбеча, обусловленных высоким содержанием жира и пищевых волокон, входящих в состав клеточных стенок перерабатываемых масличных культур [20].

Введение в рецептуру печенья исследуемых образцов нетрадиционной муки и шротов сказалось на органолептических показателях качества изделий: изменялся цвет, поверхность и вид в изломе, изделия приобретали характерные используемому сырью вкус и аромат. Так, при максимальных дозировках кунжутной муки готовые изделия в изломе имели рассыпчатую структуру, приобретали ярко выраженный аромат и характерный горьковатый привкус кунжута. При максимальных дозировках льняной муки готовые изделия приобретали насыщенный темный цвет, форма несколько деформировалась, ухудшалось состояние поверхности, в изломе печенье приобретало плотную структуру, при максимальных дозировках льняной муки готовые изделия приобретали ярко выраженный аромат и характерный привкус. При макси-

мальных дозировках конопляной муки готовые изделия приобретали насыщенный цвет с характерными вкраплениями частичек муки, форма образцов деформировалась, ухудшалось состояние поверхности, вкус готовых изделий характеризовался как свойственный с выраженным привкусом и характерным хрустом от частичек муки, изделия приобретали плотную в изломе структуру. Использование соевой муки в максимальных дозировках обусловило получение несколько деформированного готового печенья с плотной структурой в изломе, существенного влияния на вкус не установлено, однако, отмечен характерный аромат. При использовании тыквенной муки в максимальной дозировке готовые изделия приобретали насыщенный цвет, форма несколько деформировалась, изделия приобретали плотную в изломе структуру, при этом отмечался характерный привкус и хруст от частичек муки. Введение подсолнечного шрота в рецептуру печенья не оказывало влияния на форму и поверхность образцов, при этом в случае максимальных дозировок готовые изделия приобретали коричневый цвет с зеленоватым оттенком, печенье имело рассыпчатую структуру, вкус и запах характеризовались как свойственные семенам подсолнечника, ярко выраженные. При использовании соевого шрота органолептические показатели практически не изменялись за исключением образования более плотной и менее рассыпчатой структуры, которая наблюдалась при максимальных дозировках соевого шрота. Введение рапсового шрота в рецептуру печенья не оказывало влияния на форму и состояние поверхности образцов, при этом в случае максимальных дозировок готовые изделия приобретали зеленоватый оттенок, а также несвойственные вкус и запах, излом характеризовался как рассыпчатый. Следует отметить, что введение в рецептуру печенья исследуемых видов нетрадиционной муки и шротов не оказало существенного влияния на такие физико-химические показатели качества изделий как массовая доля влаги и щелочность, значения которых не превышали нормируемых значений [21, 22].

Исследованиями установлено, что введение в рецептуру печенья образцов урбеча не оказало существенного влияния на такие физико-химические показатели качества изделий как массовая доля влаги и щелочность, значения которых не превышали нормируемых значений. Выпеченные изделия имели вкус и запах, свойственные используемому виду урбеча, при максимальных дозировках их интенсивность была достаточно высокой. Также менялся цвет выпеченных изделий, и в случае использования льняного урбеча в максимальных дозировках изделия приобретали насыщенный цвет, несвойственный мучным сладостям. Структура выпеченных образцов при повышении дозировки всех образцов урбеча уплотнялась, что отрицательно сказывалось на потребительских характеристиках печенья.

Таким образом, на основании анализа результатов влияния дозировок нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча на показатели качества теста и его способность к формованию, а также с учетом показателей качества выпеченных изделий, установлены оптимальные дозировки указанных видов нетрадиционного сырья в рецептурах мучных сладостей в виде песочно-выемного печенья, представленные на рис. 4.

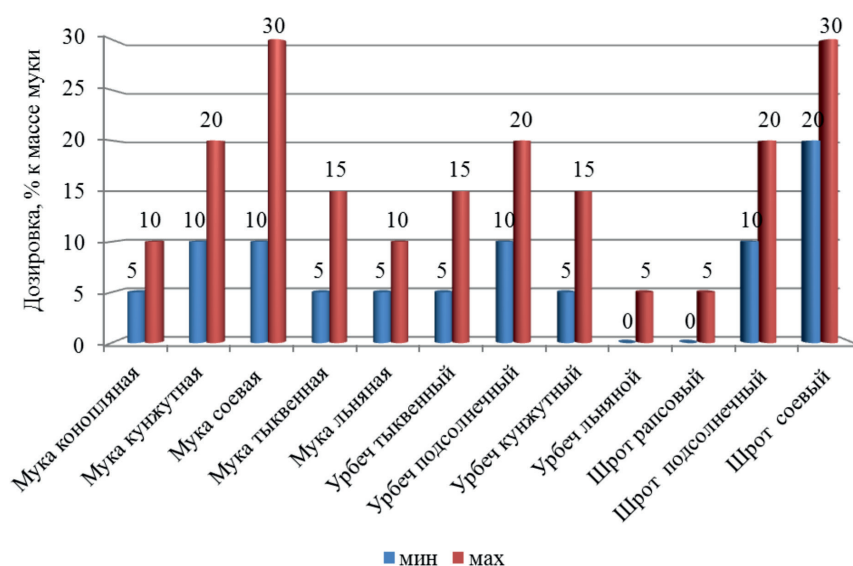


Рис. 4. Дозировки нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча в рецептурах печенья
Fig. 4. Dosages of non-traditional types of flour, meal and urbech in the recipes of cookies

Таким образом, оптимальной дозировкой кунжутной муки в рецептуре печенья является 10–20% от общей массы муки, льняная мука может составлять 5–10% от общей массы муки, соевая мука — до 10–30% от общей массы муки, тыквенная мука — 5–15% от общей массы муки, конопляная мука — до 10% от общей массы муки. Подсолнечный шрот в рецептуре печенья может составлять до 20% от общей массы муки, соевый шрот до 30% от общей массы муки, дозировка рапсового шрота в рецептуре печенья не должна превышать 5% от общей массы муки. При производстве печенья возможно использование урбеча кунжутного и урбеча тыквенного в дозировках 5–15% к массе муки, урбеча подсолнечного в количестве 10–20% к массе муки, урбеча льняного в количестве не более 5% к массе муки. При этом следует отметить возможность корректировки рецептурного состава печенья. В частности, учитывая высокое содержание жира в урбече, можно заменять им часть жирового продукта, входящего в рецептуру печенья. На основании полученных результатов заключили, что с позиции требования обеспечения высоких потребительских свойств готовой продукции более целесообразно использовать нетрадиционные виды муки, в меньшей степени шроты масличных культур и урбеч, что обусловлено органолептическими показателями качества печенья.

Изучение влияния вида и дозировок нетрадиционной муки, шротов и урбеча на процесс изготовления, показатели качества полуфабрикатов и выпеченных образцов пряничных изделий показало, что введение в рецептуру исследуемых образцов нетрадиционного сырья привело в некоторых случаях к ухудшению структурно-механических свойств теста. Наиболее это характерно при использовании нетрадиционного сырья в максимальных дозировках — тесто имело более плотную, затянутую консистенцию, что затрудняло формование тестовых заготовок.

Введение в рецептуру пряничных изделий исследуемых образцов нетрадиционной муки и шротов сказалось на органолептических показателях качества пряничных изделий: изменялся цвет, структура, вид в изломе и состояние поверхности, изделия приобретали характерные используемому сырью вкус и аромат. Необходимо отметить, что при максимальных дозировках кунжутной муки готовые изделия приобретали ярко выраженный аромат и характерные привкус кунжута, также во вкусе проявлялась горечь, при этом структура и вид в изломе практически не изменялись. При максимальных дозировках льняной муки готовые изделия приобретали насыщенный темный цвет, форма становилась обжимистой, ухудшалось состояние поверхности, структура пряника становилась плотной, при максимальных дозировках льняной муки готовые изделия приобретали ярко выраженный аромат и характерные привкус. При максимальных дозировках конопляной муки готовые изделия приобретали темный цвет с характерными вкраплениями муки, форма становилась обжимистой, ухудшалось состояние поверхности и структура пряника, вкус готовых изделий характеризовался как свойственный с выраженным привкусом и характерным хрустом от частичек муки, изделия при разжевывании были липкие. Использование соевой муки в максимальных дозировках обусловило получение готового изделия обжимистой формы, с крупными трещинами на поверхности и плотной структурой, существенного влияния на вкус и запах образцов не выявлено. При использовании тыквенной муки в максимальной дозировке готовые изделия приобретали насыщенный цвет, форма становилась обжимистой, на поверхности появлялись трещины, структура характеризовалась как плотная, несколько липкая при разжевывании, при этом отмечался характерный хруст от частичек муки. Введение подсолнечного шрота в рецептуру пряничных изделий не оказывало влияния на форму и состояние поверхности образцов, при этом в случае максимальных дозировок готовые изделия приобретали зеленоватый оттенок, вкус и запах характеризовались как свойственные, ярко выраженные, изделия имели рассыпчатую структуру. При использовании соевого шрота органолептические показатели практически не изменялись за исключением незначительной липкости и комковатости образцов при разжевывании, которые наблюдались при максимальных дозировках соевого шрота. Введение рапсового шрота в рецептуру пряничных изделий не оказывало влияния на форму и состояние поверхности образцов, при этом в случае максимальных дозировок готовые изделия приобретали зеленоватый оттенок, а также несвойственные вкус и запах, структура характеризовалась как плотная. Использование урбечей при приготовлении пряничных изделий имело результаты аналогичные печенью, необходимо отметить, что при дозировках всех видов урбеча более 20% исследуемые образцы пряничных изделий имели обжимистую форму, трещины на поверхности, структура характеризовалась как плотная, при разжевывании отмечалась липкость. Введение в рецептуру пряничных изделий исследуемых образцов нетрадиционной муки, шротов и урбечей не оказало существенного влияния на такие физико-химические показатели качества пряничных изделий как массовая доля влаги и щелочность, значения которых не превышали нормируемых значений [21, 23].

Таким образом, на основании анализа результатов влияния дозировок нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча на показатели качества теста и способность его к формованию,

а также с учетом показателей качества выпеченных пряничных изделий установлены оптимальные дозировки указанных видов нетрадиционного сырья в рецептурах пряничных изделий, представленные на рис. 5.

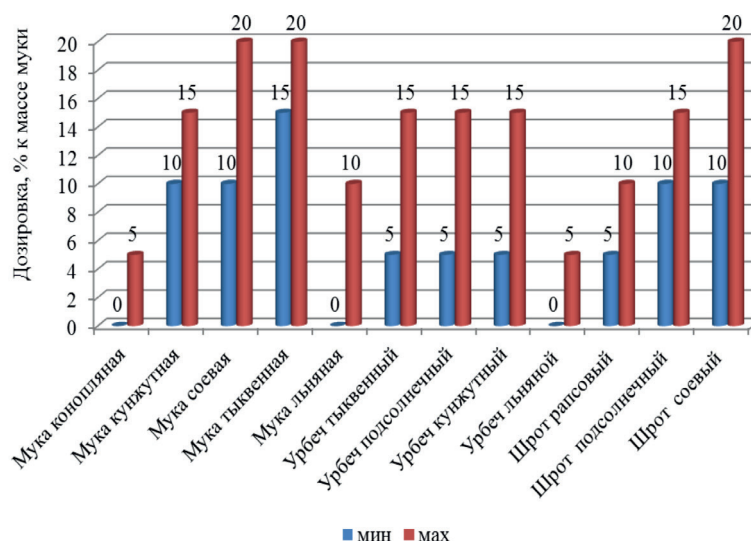


Рис. 5. Дозировки нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча в рецептурах пряничных изделий
Fig. 5. Dosages of non-traditional types of flour, meal and urbech in the recipes of gingerbread products

Таким образом, оптимальная дозировка кунжутной муки в рецептуре пряничных изделий составляет 10–15% от общей массы муки, льняной муки до 10% от общей массы муки, соевой муки до 20% от общей массы муки, тыквенной муки 15–20% от общей массы муки, конопляная мука может вводиться в количестве 5% от общей массы муки. Оптимальной дозировкой подсолнечного шрота в рецептуре пряничных изделий является 10–15% от общей массы муки, рапсового шрота не более 5–10% от общей массы муки, соевый шрот в рецептуре пряничных изделий может вводиться в количестве до 20% от общей массы муки. При производстве пряничных изделий возможно использование урбеча кунжутного, урбеча тыквенного и урбеча подсолнечного в дозировках 5–15% к массе муки, урбеча льняного в количестве не более 5% к массе муки. При таких дозировках нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча тестовые полуфабрикаты характеризуются достаточно хорошими реологическими свойствами и хорошей способностью к формованию, готовые пряничные изделия обладают хорошими потребительскими свойствами. Необходимо отметить, что при производстве пряничных изделий с дифференцированным содержанием нутриентов с позиции потребительских свойств готовой продукции более целесообразно использовать нетрадиционные виды муки и шроты масличных культур, так как в этом случае органолептические показатели качества пряников в наибольшей степени соответствуют требованиям, предъявляемым к пряничным изделиям. Использование урбеча также возможно, при этом органолептические показатели качества пряничных изделий несколько отличаются от традиционных пряников.

В дальнейших исследованиях разработали рецептурные составы печенья и пряничных изделий, в которых до 50 % пшеничной муки было заменено на композиции из нетрадиционных видов муки и шротов в различных соотношения, обеспечивающих требуемый уровень белка в готовых изделиях [24]. Рецептуры мучных сладостей также включали сахар, патоку, жировой продукт, яйцо, химические разрыхлители и в некоторых образцах урбеч. При составлении композиции из нетрадиционных видов муки и шротов и рецептурных составов принимали во внимание оптимальные дозировки нетрадиционного сырья, установленные выше. Соотношение нетрадиционного сырья в рецептурах печенья и пряничных изделий представлены в табл. 1, 2. Согласно разработанных рецептурных составов производили приготовление тестовых полуфабрикатов, принимая при расчете влажность теста для печенья 18% и 24% для пряника, при этом в случае необходимости проводили корректировку количества воды на замес теста с целью получения теста требуемой консистенции для формования тестовых заготовок. Печенье и пряничные изделия формовали методом раскатки, выпечку осуществляли в лабораторной печи с функцией конвекции.

Таблица 1. Соотношение нетрадиционного сырья в рецептурах печенья с дифференцированным содержанием нутриентов

Table 1. The ratio of non-traditional raw materials in the recipes of cookies with differentiated nutrient content

Нетрадиционное сырье	Варианты рецептур											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	конт-роль
Мука пшеничная в/с	50	50	50	50	50	50	50	50	60	60	60	100
Мука конопляная	10	5	5	—	10	—	10	10	—	10	10	—
Мука кунжутная	20	15	10	20	15	20	10	20	10	10	10	—
Мука соевая	—	20	30	15	25	25	20	10	20	10	20	—
Мука тыквенная	15	5	5	10	—	—	10	10	10	10	—	—
Мука льняная	5	5	—	5	—	5	—	—	—	—	—	—
Урбеч тыквенный	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	10	—
Урбеч подсолнечный	—	—	—	—	—	5	—	—	—	10	—	—
Урбеч кунжутный	—	—	—	—	—	—	5	—	10	—	—	—
Урбеч льняной	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—

Таблица 2. Соотношение нетрадиционного сырья в рецептурах пряничных изделий с дифференцированным содержанием нутриентов

Table 2. The ratio of non-traditional raw materials in the recipes of gingerbread products with differentiated nutrient content

Нетрадиционное сырье	Варианты рецептур						
	1	2	3	4	5	6	контроль
Мука пшеничная в/с	50	50	50	50	50	50	100
Мука конопляная	5	—	5	5	5	—	—
Мука кунжутная	10	15	—	—	15	15	—
Мука соевая	15	20	—	—	20	20	—
Мука тыквенная	—	—	15	15	—	—	—
Мука льняная	5	5	10	—	5	5	—
Шрот рапсовый	—	—	—	—	5	10	—
Шрот подсолнечный	15	10	—	—	—	—	—
Шрот соевый	—	—	20	30	—	—	—

Тестовые полуфабрикаты анализировали по органолептическим, физико-химическим показателям качества и структурно-механическим свойствам. Исследования выявили некоторые отличия исследуемых показателей качества тестовых полуфабрикатов печенья и пряников с добавлением нетрадиционного сырья от показателей качества теста для контрольных образцов, изготовленных из пшеничной муки, при этом тестовые полуфабрикаты для печенья и пряничных изделий характеризовались хорошей способностью к формованию.

Выпеченные образцы печенья и пряничных изделий с добавлением нетрадиционного сырья анализировали по органолептическим и физико-химическим показателям качества, а также структурно-механическим свойствам. Установлено, что физико-химические показатели качества образцов печенья и пряничных изделий с дифференцированным содержанием нутриентов соответствовали требованиям [21–23]. Органолептические показатели качества выпеченных образцов печенья и пряничных изделий имели некоторые отличия в сравнении с контрольными образцами, в частности характеризовались несколько шероховатой поверхностью и насыщенным цветом с присутствием частичек нетрадиционных видов муки и шротов. При этом все образцы имели вкус и запах свойственные используемому сырью, при чем интенсивность аромата была различна и определялась составом мучных продуктов и дозировками нетрадиционной муки и шротов.

Использование в составе разрабатываемых изделий нетрадиционных видов сырья, которые характеризуются ярким, выраженным вкусом и ароматом, что придает готовым мучным кондитерским изделиям разнообразные оттенки вкуса и аромата и имеет большое значение с точки зрения потребителей. Профилограммы вкусовых характеристик печенья и пряничных изделий с использованием нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча представлены на рис. 6, 7.

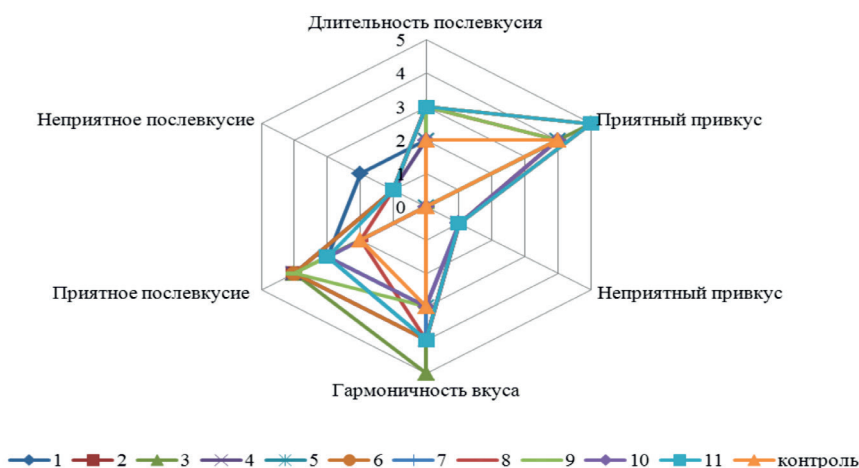


Рис. 6. Профилограмма вкусовых характеристик печенья с дифференцированным содержанием нутриентов

Fig. 6. Profilogram of taste characteristics of buttery cookies with differentiated nutrient content

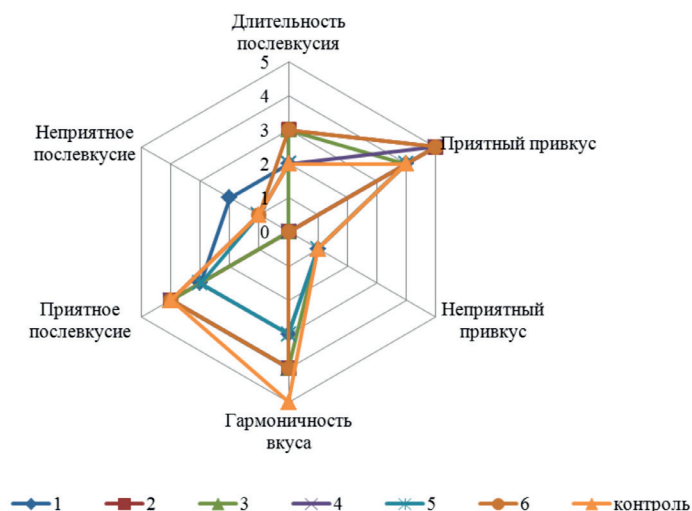


Рис. 7. Профилограмма вкусовых характеристик пряничных изделий с дифференцированным содержанием нутриентов

Fig. 7. Profilogram of taste characteristics of gingerbread products with differentiated nutrient content

При оценке вкусовых характеристик печенья и пряничных изделий с использованием нетрадиционных видов сырья использовались усредненные данные, полученные при опросе потенциальных потребителей. В результате в некоторых анализируемых образцах отмечен нехарактерные для мучных кондитерских изделий привкус и послевкусие, обусловленные присутствием нетрадиционного сырья, который объясняется индивидуальной реакцией некоторых потребителей, предпочитающих традиционные вкусы в мучных кондитерских изделиях. Для большинства образцов отмечены достаточно высокие баллы по таким критериям как гармоничность вкуса, а также приятный привкус и послевкусие, что свидетельствует, что разрабатываемая продукция будет вызывать интерес у потребителей.

Для разработанных рецептурных составов печенья и пряничных изделий с добавлением нетрадиционного сырья расчетным путем была определена пищевая ценность [25]. Полученные результаты представлены на рис. 8, 9.

Согласно расчетным данным, все образцы печенья и пряничных изделий, изготовленные с использованием нетрадиционных видов сырья характеризуются повышенным содержанием белка, примерно в 1,9–2,5 раза больше по сравнению с контрольными образцами, пониженным содержанием углеводов примерно в 1,1–1,3 раза меньше по сравнению с контрольными образцами и более высоким содержанием пищевых волокон, примерно в 1,1–2,8 раза

больше по сравнению с контрольными образцами. Полученные результаты обусловлены химическим составом используемого нетрадиционного сырья.

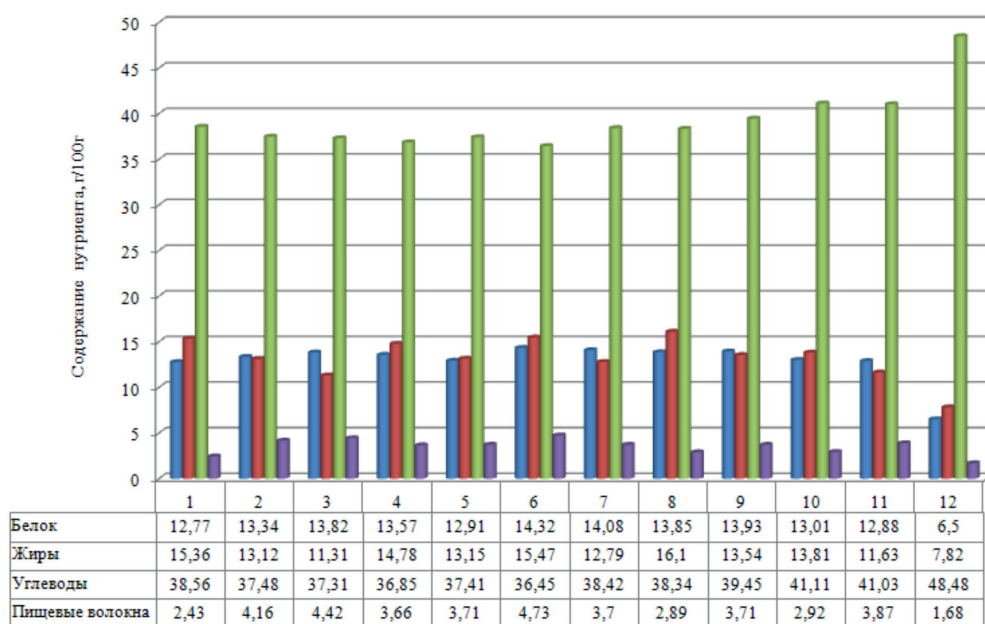


Рис. 8. Пищевая ценность печенья с дифференцированным содержанием нутриентов
Fig. 8. Nutritional value of shortbread cookies with differentiated nutrient content

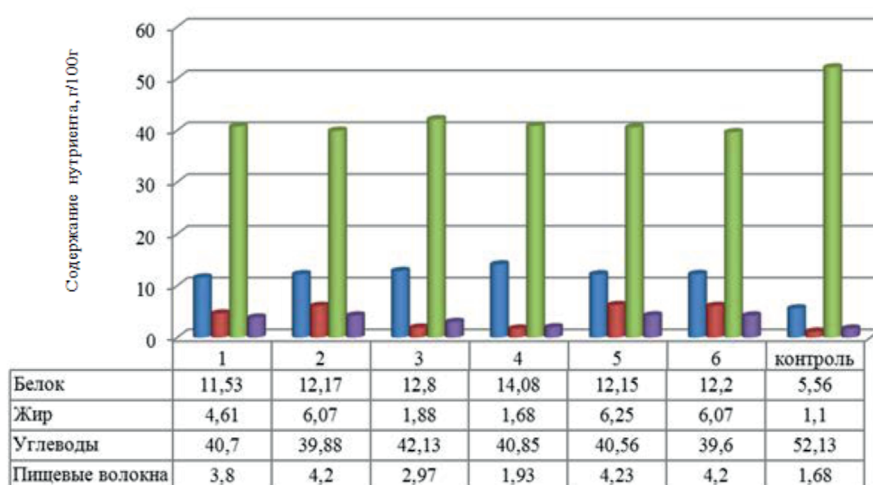


Рис. 9. Пищевая ценность пряничных изделий с дифференцированным содержанием нутриентов
Fig. 9. Nutritional value of gingerbread products with differentiated nutrient content

Заключение. В ходе выполнения научно-исследовательской работы исследовано влияние дозирования нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча на структурно-механические свойства тестовых полуфабрикатов и выпеченных образцов мучных сладостей в виде песочно-выемного печенья и пряничных изделий. Установлено, что введение в состав мучных сладостей нетрадиционных видов муки приводит к увеличению адгезионной способности тестовых полуфабрикатов. Добавление в рецептуру мучных сладостей шротов масличных культур приводит к незначительному снижению адгезионной способности тестовых полуфабрикатов для мучных сладостей. Введение в рецептуру мучных сладостей нетрадиционных видов муки и шротов приводит к увеличению прочности и снижению намокаемости выпеченных образцов. Полученные результаты указывают на необходимость ограничения дозирования нетрадиционного сырья в рецептурах мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов.

Определены оптимальные дозировки нетрадиционных видов муки, шротов и урбеча в рецептурах печенья и пряничных изделий, при которых тестовые полуфабрикаты характеризуются достаточно хорошими структурно-механическими свойствами и хорошей способностью к формованию, готовые изделия обладают хорошими потребительскими свойствами.

На основании комплексного анализа показателей качества, пищевой ценности и потребительских предпочтений разработаны рецептурные составы мучных сладостей в виде песочно-выемного печенья и пряничных изделий с дифференцированным содержанием основных нутриентов. Так, для печенья приняты рецептуры, содержащие комбинации конопляной, тыквенной, кунжутной, льняной и соевой муки, а также урбеч кунжутный и тыквенный в различных дозировках. В случае пряничных изделий приняты рецептуры, содержащие комбинации конопляной, тыквенной, кунжутной, льняной и соевой муки, а также шрота соевого. Проведен расчет пищевой ценности разработанных мучных сладостей, результаты которого показывают высокое содержание белка и пищевых волокон при сниженном содержании углеводов.

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

Acknowledgments. The research was carried out within the framework of the State Scientific Research Program “Agricultural Technologies and Food Security” for 2021–2025.

Список использованных источников

1. Егорова, Е. Ю. Разработка новых кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья / Е. Ю. Егорова, И. Ю. Резниченко, М. С. Бочкарев, Г. А. Дорн // Техника и технология пищевых производств. – 2014. — №3. — С. 31–36.
2. Крюкова, Е.В. Разработка мучных кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья / Е. В.Крюкова, Е. В. Пастушкова, Д.С. Мысаков // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. — 2016. — №1. — С. 71–75.
3. Усень, Ю. С. Перспективы использования вторичных продуктов переработки масличных культур для обогащения пищевых концентратов / Ю. С. Усень, М. И. Гарлинская, А. В.Садовская, Л. В.Филатова, В. Л. Рослик // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2020. — №1(47). — С.28–35.
4. Пахомова, О. В. Разработка и использование функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового / О. Н. Пахомова // Альманах «Научные записки». — Орел: ГИЭТ. –2014.– С. 20.
5. Матвеева, Т. В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры: монография / Т.В. Матвеева, С.Я. Корячкина. — Орел: ФГОУ ВПО «Госунiversитет — УНПК», 2011. — 358 с.
6. Егорова, Е.Ю. Научное обоснование и практическая реализация разработки пищевой продукции с использованием продуктов переработки кедровых орехов / Е.Ю. Егорова; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. — Кемерово, 2012. — 40 с.
7. Дифференциация пищевой ценности мучных сладостей путем использования различных комбинаций нетрадиционного растительного сырья / Василевская М.Н., Машкова И.А. Могилевчик Л.В. // Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения: сборник материалов международной научно-практической молодежной конференции, посвященной памяти Р.Д. Поландовой и 90-летию ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности (7 июня 2022 г.) / ФГАНУ НИИХП, отв. ред. д.т.н. Мартиросян В.В. — М: Издательский комплекс «Буки Веди». — С. 73–76.
8. Расширение ассортимента мучных сладостей путем использования нетрадиционного растительного сырья / Прохорцова, Т.В., Новицкая К.Л. // Пищевые технологии будущего: инновационные идеи, научный поиск, креативные решения: сборник материалов международной научно-практической молодежной конференции, посвященной памяти Р.Д. Поландовой и 90-летию ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности (7 июня 2022 г.) / ФГАНУ НИИХП, отв. ред. д.т.н. Мартиросян В.В. — М: Издательский комплекс «Буки Веди». — С. 127–129.
9. Тутельян, В.А. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации/ В.А. Тутельян// МР (Методические рекомендации) ГУ НИИ питания РАМН. – 2009 — С. 38.
10. Пищевая продукция в части ее маркировки: ТР ТС 022/2011. — Введ. 01.07.2013. –Комиссия таможенного союза, 2011. — 29 с.
11. Максимов, А.С. Реология пищевых продуктов. Лабораторный практикум: Учебник / Максимов, А.С., Черных В.Я. — СПб. : ГИОРД, 2006. — 176 с.
12. Руководство пользователя прибора BROOKFIELD [Электронный ресурс]. Режим доступа. — <http://www.https://brookfield.pro-solution.ru> . — Дата доступа: 01.11.2022.
13. Магомедов, Г. О. Технология мучных кондитерских изделий: учебное пособие для студентов вузов / Г. О. Магомедов, А. Я. Олейникова, Т. А. Шевякова. — М.: ДеЛи принт, 2009. — 295 с.

14. Олейникова, А. Я. Практикум по технологии кондитерских изделий: учебное пособие для вузов / А.Я. Олейникова, Г.О.Магомедов, Т.Н. Мирошникова. — СПб. : ГИОРД, 2005. — 480 с.
15. ГОСТ5897-90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей [Текст]. — Введ. 01.01.1992. — Москва: Стандартинформ, 2012. — 6 с.
16. ГОСТ 5900-2014. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ [Текст]. — Введ. 01.07.2016. — Москва: Стандартинформ, 2015. — 13 с.
17. ГОСТ 5898-87. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности [Текст]. — Введ. 01.01.1989. — Москва: Стандартинформ, 2012. — 9 с.
18. ГОСТ 10114-80. Изделия кондитерские. Метод определения намокаемости [Текст]. — Введ. 01.07.1981. — Москва: Стандартинформ, 2012. — 22 с.
19. Перспективы разработки рецептур в сегменте мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов / Василевская М.Н. / Наука, питания и здоровье: сборник научных трудов XIX Международной научно-практической конференции «Проблемы продовольствия и питания», 6-7 октября 2022 г., г.Минск // Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию; под общ. ред. З.В. Ловкиса. — Минск: Беларуская навука, 2022. — С. 78–85.
20. Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья при разработке мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов / М. Н. Василевская / Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2022. — №4(58). — С. 13–24.
21. СТБ 927–2008. Сладости мучные. Общие технические условия [Текст].– Взамен СТБ 927–93. — Введ. 11.01.2008. — Минск: Госстандарт, 2008. — 31 с.
22. СТБ 2434–2015. Печенье. Общие технические условия [Текст].– Введен впервые 01.05.2016. — Минск: Госстандарт, 2016. — 27 с.
23. ГОСТ 15810–2014. Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия [Текст].– Взамен ГОСТ 15810–96. — Введ. 01.01.2016. — М: Стандартинформ, 2015. — 11 с.
24. Василевская, М.Н. Разработка рецептурного состава мучных сладостей с дифференцированным содержанием основных нутриентов / Василевская М.Н., Прохорцова Т.В., Могилевчик Л.В., Рашкевич Ю.А. // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Международной научно-технической конференции, 21–22 апреля 2022 г., Могилев / Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. — Могилев, 2022. — С. 178–179.
25. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. — 2-ое изд., пер. и доп. — М.: Агропромиздат, 1987. — 224 с.

Информация об авторах

Василевская Марина Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хлебопродуктов» учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (пр. Шмидта, 3, 212029, г. Могилев, Республика Беларусь).

E-mail: MarinaVasilevskaya15@yandex.by

Машкова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хлебопродуктов» учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (пр.Шмидта, 3, 212029, г. Могилев, Республика Беларусь).

E-mail: tehno_f@mail.ru

Прохорцова Татьяна Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология хлебопродуктов» учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (пр.Шмидта, 3, 212029, г. Могилев, Республика Беларусь).

E-mail:prohorcova@tut.by

Information about authors

Vasilevskaya Marina Nikolaevna, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Bread Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies (3 Schmidt Ave., Mogilev, 212029, Republic of Belarus).

E-mail: MarinaVasilevskaya15@yandex.by

Mashkova Iryna Anatolievna, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Bread Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies (3 Schmidt Ave., Mogilev, 212029, Republic of Belarus).

E-mail: tehno_f@mail.ru

Prakhartsova Tatsina Valerievna, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Bread Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies (3 Schmidt Ave., Mogilev, 212029, Republic of Belarus).

E-mail: prohorcova@tut.by

УДК 663.81

Поступила в редакцию 19.03.2023
Received 19.03.2023**К. В. Боровая¹, А. Н. Лилишенцева²**¹*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*²*Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет», г. Минск, Республика Беларусь***ОЦЕНКА АУТЕНТИЧНОСТИ АПЕЛЬСИНОВЫХ СОКОВ**

Аннотация. Производство соков — быстро развивающаяся отрасль промышленности как за рубежом, так и в Республике Беларусь. Ежегодно увеличивается объем выпуска и ассортимент выпускаемых соков. Потребление соков в мире возрастает, что объясняется их высокой пищевой ценностью, а также рентабельностью производства соков.

В связи с этим исследование подлинности соковой продукции, представленной на рынке Беларуси, а также установление наиболее значимых и трудно подделываемых критериев аутентичности является актуальной проблемой, представляющей научный интерес и практическую значимость.

В статье представлены результаты исследования качества апельсиновых восстановленных соков, реализуемых в розничной сети г. Минска. В целях идентификации и обнаружения фальсификации проводилась комплексная оценка качества соков. Определены основные показатели качества и безопасности соков: массовая доля растворимых сухих веществ, массовая доля титруемых кислот, уровень pH, сахаро-кислотный коэффициент. Однако в связи с тем, что данные показатели можно легко откорректировать путем добавления органических кислот, сахаров и других компонентов, дополнительно проводили исследование таких показателей, как содержание оксиметилфурфурола и формольное число, содержание сахаров и органических кислот хроматографическим и ферментативным методами, а также определяли содержание минеральных веществ. При выполнении работы использовались стандартные методы исследования. Оценка качества также предусматривала анализ причин отклонений, которые могли быть обнаружены при проведении исследования. Данные причины обусловлены свойствами сырья или технологическими особенностями производства.

Ключевые слова: аутентификация, сок, качество, показатели качества и безопасности, оценка, соответствие.

K. V. Borovaya¹, A. N. Lilishentseva²¹*RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Science of Belarus for Food”, Minsk, Republic of Belarus*²*Educational Institution “Belarusian State Economic University”, Minsk, Republic of Belarus***ASSESSMENT OF THE AUTHENTICITY OF ORANGE JUICES**

Abstract. Juice production is a rapidly developing industry, both abroad and in the Republic of Belarus. Both the volume of output and the range of juices produced are increasing. The consumption of juices in the world is increasing, which is explained by the high nutritional value, as well as the profitability of juice production.

In this regard, the study of the authenticity of juice products on the Belarusian market, as well as the establishment of the most significant and difficult to fake authenticity criteria is an urgent problem of scientific interest and practical significance.

The article presents the results of a study of the quality of orange reconstituted juices sold in the retail network of Minsk. In order to identify and detect falsification, a comprehensive assessment of the quality of juices was carried out. The main indicators of the quality and safety of juices are determined: the mass fraction of soluble solids, the mass fraction of titrated acids, the pH level, the sugar-acid coefficient. However, due to the fact that these indicators can be easily corrected by

adding organic acids, sugars and other components, such indicators as the content of oxymethylfurfural and the form number, the content of sugars and organic acids by chromatographic and enzymatic methods were studied, and the content of minerals was determined. Standard research methods were used in the performance of the work. The quality assessment also included an analysis of the causes of deviations that could be detected during the study. These reasons are due to the properties of raw materials or technological features of production.

Keywords: authentication, juice, quality and safety indicators, performance, assessment, compliance.

Введение. На сегодняшний день соки как наиболее дорогостоящие безалкогольные напитки фальсифицируют чаще всего. Наибольшим спросом на современном рынке пользуются восстановленные цитрусовые соки, произведенные из апельсинов и грейпфрутов.

Безопасность и качество соков тесно взаимосвязаны с их натуральностью или же подлинностью. В ходе исследования подлинности соковой продукции осуществляется также ее идентификация, которая включает совокупное исследование физико-химических, органолептических и других характеристик продуктов на соответствие определенным наборам признаков, которые характеризуют данную продукцию [1–4].

В данной статье приводятся результаты определения аутентичности состава соков апельсиновых восстановленных, реализуемых в г. Минск. Подобные исследования проводились ранее в работах И.Ю. Резниченко и М.С. Кондратьевой но в них рассматривались газированные безалкогольные напитки, представленные на российском рынке. В работах Э.Ш. Нижарадзе, Н.Ш. Багатурия, И.В. Купатадзе была рассмотрена фальсификация соков, но лишь со стороны определения квалитетической фальсификации [5].

Цель представленной работы — изучить нутриентный состав восстановленных апельсиновых соков по физико-химическим показателям качества и аутентичности.

Объекты и методы исследования. Для проведения исследования были взяты следующие образцы восстановленных апельсиновых соков, реализуемые в розничной сети г.Минска:

1) образец №1 — «Rich» (производитель УП «Вланпак», Республика Беларусь, Минская обл., г. Смолевичи, ул. Вокзальная, д. 56);

2) образец №2 — «Alvado» (производитель СООО «Оазис Групп», Республика Беларусь, Могилевская обл., г. Бобруйск, ул. Нахимова, д. 1, к. 5;

3) образец №3 — «Sandora» (производитель ООО «Лебедянский», Российская Федерация, Липецкая обл., г. Лебедянь, ул. Матросова, д. 7);

4) образец №4 — «ABC» (производитель ОДО «Фирма ABC», Республика Беларусь, г. Гродно, ул. Победы, 27);

5) образец №5 — «Villa Dini» (производитель СООО «Оазис Групп», Республика Беларусь, Могилевская обл., г. Бобруйск, ул. Нахимова, д. 1, к. 5).

Оценка качества соков включала в себя следующие этапы:

1) осмотр упаковки и оценку соответствия продукции требованиям маркировки;

2) оценку по физико-химическим показателям качества.

Существующие стандарты на цитрусовые соки предусматривают определение массовой доли растворимых сухих веществ, кислотности и pH, что недостаточно для объективной оценки качества апельсиновых соков. Поэтому для проведения исследований были использованы не только методы анализа, предусмотренные государственным стандартом, но и иные.

В ходе проведения исследования были использованы следующие методы:

1. Определение массовой доли растворимых сухих веществ по ГОСТ 34128-2017. Содержание растворимых сухих веществ определяли с помощью рефрактометра АТАГО. Найденное значение выражали в единицах массовой доли сахарозы в водном растворе сахарозы, имеющем в заданных условиях такой же показатель преломления, как и анализируемый раствор, в процентах (° Брикса) [6];

2. Определение массовой доли титруемых кислот по ГОСТ ISO 750-2013. Согласно стандарту титрование анализируемых образцов осуществлялось титрованным раствором гидроокиси натрия в присутствии индикатора фенолфталеина [7].

3. Определение pH по ГОСТ 26188-2016. Метод основан на измерении разности потенциалов между двумя электродами (измерительным электродом и электродом сравнения), погруженными в измеряемую пробу. Измеренное значение выражается в единицах pH [8].

4. Определение оксиметилфурфуrolа по ГОСТ 29032-91. Метод основан на измерении интенсивности окраски производного оксиметилфурфуrolа с п-толуидином и барбитуровой кислотой в водной вытяжке из пробы продукта. Нижний предел определения оксиметилфурфуrolа — 2 мг/кг [9].

5. Определение формольного числа по ГОСТ Р 51122-97. Метод основан на измерении объема раствора щелочи, пошедшего на потенциометрическое титрование ионов водорода, выделившихся при проведении реакции первичных аминогрупп свободных аминокислот сока с формальдегидом [10].

6. Определение содержания L-яблочной кислоты по ГОСТ 31082-2002 Метод основан на ферментативном преобразовании L-яблочной кислоты в оксалоацетат под действием β-никотинамидадениндинуклеотида (НАД) в присутствии L-малатдегидрогеназы (L-МДГ), смещении равновесия реакции путем связывания образовавшегося оксалоацетата L-глутаматом в присутствии глутаматоксалоацетаттрансминазы (ГОТ) и спектрофотометрическом измерении массовой концентрации образовавшегося β-никотинамидадениндинуклеотида восстановленной формы (НАДН), эквивалентной массовой концентрации L-яблочной кислоты в пробе [11].

7. Определение содержания сахарозы проводится согласно СТБ ГОСТ Р 51938-2006 «Соки фруктовые и овощные. Метод определения сахарозы». Определение содержания глюкозы и фруктозы проводится согласно ГОСТ 31083-2002 «Соки фруктовые и овощные. Метод определения глюкозы и фруктозы». Определение содержания углеводов осуществляли методом ферментативного анализа, позволяющими проводить раздельное количественное определение оптических изомеров. При выполнении использовали набор биохимических реактивов (Test-Combination, UV-Test) фирмы R-Biopharm GmbH (Германия) [12,13].

8. Определение содержания сахаров проводили хроматографическим методом по ГОСТ 33409-2015. Метод основан на разделении смеси углеводов и глицерина на хроматографической колонке в режиме изократического элюирования. Количественное определение компонентов проводят с помощью рефрактометрического детектора по величине сигнала — индекса рефракции, интегрированного по времени [14].

9. Определение содержания органических кислот проводили хроматографическим методом по ГОСТ 33410-2015. Метод основан на применении обращено-фазной ВЭЖХ для разделения смеси органических кислот на колонке в режиме изократического элюирования. Идентификацию и количественное определение кислот осуществляют с помощью диодно-матричного или спектрофотометрического детектора в ультрафиолетовой области спектра при длине волны 220 нм [15].

10. Определение содержания минеральных веществ проводилось согласно СТБ ГОСТ Р 51429-2006. Метод основан на определении натрия, калия, кальция и магния с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии в разведенной пробе, в которую для предотвращения частичной ионизации металлов в пламени при определении натрия и калия с целью видоизменения матрицы добавлен хлорид цезия, а при определении кальция и магния — лантан. Метод позволяет проводить определение массовой концентрации (массовой доли) данных элементов в следующих диапазонах:

- а) натрия — от 10 до 100 мг/дм³ (мг/кг);
- б) калия — от 200 до 4000 мг/дм³ (мг/кг);
- в) кальция — от 10 до 300 мг/дм³ (мг/кг);
- г) магния — от 10 до 300 мг/дм³ (мг/кг) [16].

11. Определение объема продукции по ГОСТ 8756.1-2017. Метод основан на измерении объема путем переливания в мерные цилиндры соответствующего объема [17].

Результаты исследований и их обсуждение. Основными видами фальсификации считают: количественную, информационную, ассортиментную, квалитетную, стоимостную.

Примером количественной фальсификации является недолив — отклонение объема товара, превышающее предельно допустимые нормы. Для выявления количественной фальсификации провели определение фактического объема соков [18].

Результаты анализа отклонения фактического объема соков, выраженного в процентах, относительно их номинального показали, что заявленный объем образцов апельсиновых восстановленных соков «Rich», «Alvado», «ABC», и «Villa Dini» составляет 1 литр, а для образца «Sandora» — 0,97 литра. После определения фактического объема содержимого бутылок было установлено, что содержимое образцов «Rich», «ABC» и «Villa Dini» по объему соответствует заявленному объему, указанному на маркировке. В то же время в образцах «Alvado» и «Sandora» обнаружено, что фактический объем напитков превышает номинальный на 1 % и 2 % соответственно. Как можно заметить, отрицательного отклонения выявлено не было, а поскольку отклонение содержимого упаковки в сторону увеличения не ограничивается, то можно сделать вывод, что количественная фальсификация не обнаружена.

К информационной фальсификации относят искажение информации на маркировке, которое является грубым нарушением требований, регламентированных Законом Респуб-

ки Беларусь «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевой продукции» от 29 июня 2003 г. № 217-3 и национальным стандартом СТБ 1100-2016 «Пищевая продукция. Информация для потребителя. Общие требования» [19, 20]. При изучении идентификации маркировочных данных руководствовались следующими нормативными документами: СТБ 1824-2008 и ТР ТС 022/2011 [21, 22].

В результате анализа были получены следующие результаты: на всех образцах указано наименование продукта, состав и адрес места нахождения изготовителя. Все образцы имеют товарный знак. Масса нетто у всех, кроме образца «Sandora», одинаковая. Все образцы апельсинового сока являются восстановленными. Срок годности образцов различен: от 1 года до 1,5 года, что свидетельствует о различных технологических режимах производства: три образца представленной продукции пастеризованные, один образец является стерилизованным, на образце «Sandora» не указан способ его термической обработки. Апельсиновые соки торговых марок «Alvado», «ABC», «Villa Dini» асептический упакованы. Выбранные образцы произведены по СТБ 1824-2008 и содержат информацию о подтверждении соответствия: ЕАС (знак соответствия техническому регламенту).

При анализе маркировки особое внимание уделено штриховым кодам, расположенным на всех упаковках с образцами апельсиновых восстановленных соков: на всех образцах присутствуют 13-разрядные европейские коды EAN13 (European Article Numbering). Все образцы производятся на территории Республики Беларусь, за исключением образца «Sandora», он импортируется из Российской Федерации. Данную информацию подтверждают цифровые коды на каждом образце: первые три цифры 481 являются префиксом, установленным для Республики Беларусь, а цифры от 460 до 469 являются кодами международной Ассоциации GS1 Russia.

Для определения подлинности штриховых кодов произвели вычисления контрольных цифр и сравнили результат с последними цифрами штриховых кодов на их маркировках. Выявлено, что все образцы имеют подлинные штриховые коды.

Кроме маркировки, нанесенной на этикетку, была проанализирована упаковка. Многие производители стремятся защитить свой товар от фальсифицирования: для этого существует множество специальных средств защиты, одним из которых является нанесение на упаковку продукции уникального дизайна, например выпуклых надписей или эмблем торговых марок. Проанализировав упаковку выяснили, что все образцы имеют упаковку *Tetra Pak с разнообразным дизайном, содержащим название бренда*. На корпусе упаковки отображена маркировка в виде текстовой и графической информации. Каждый образец укупорен навинчивающимся колпачком. Выпуклого декора на упаковках не обнаружено. Таким образом, среди отобранных образцов апельсиновых восстановленных соков случаев информационной фальсификации не выявлено.

Квалиметрическая фальсификация цитрусовых соков является наиболее опасной для здоровья потребителя. Основными нормируемыми физико-химическими показателями, по которым устанавливают факт квалиметрической фальсификации, можно считать массовую долю сухих веществ и кислотность.

Для соков из апельсинов СТБ 1824 регламентирует содержание растворимых сухих веществ не менее 11,2 %, кислотность — не менее 0,3 %, pH — не более 4,5 [21]. На основе данных, полученных при определении массовой доли растворимых сухих веществ и титруемой кислотности, можно рассчитать сахарокислотный коэффициент (Ratio), который используют для оценки вкусовых качеств соков. Он характеризует соотношение между общими содержаниями сахаров и кислот.

Результаты физико-химического исследования по данным показателям приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты физико-химических исследований
Table 1. Results of physical and chemical research

Наименование образца	Наименование показателя			
	Массовая доля растворимых сухих веществ, %	Титруемая кислотность (на лимонную кислоту), %	pH	Сахарокислотный коэффициент
«Rich»	11,3	0,8	3,9	14,13
«Alvado»	11,3	0,7	3,7	16,14
«Sandora»	11,5	0,8	3,8	14,38
«ABC»	11,4	0,8	3,6	14,25
«Villa Dini»	11,4	0,8	3,7	14,25

Как можно заметить, массовая доля растворимых сухих веществ находится в диапазоне от 11,3 % до 11,5 %, титруемая кислотность большинства образцов соков составляет 0,8 %. Сахарокислотный коэффициент находится в интервале от 14 до 16, что свидетельствует о том, что большинство апельсиновых соков имеют умеренно кислый вкус. В консервированной продукции уровень pH является важным показателем безопасности, поскольку его определяют для установления группы консервированной продукции и соответствующих требований промышленной стерильности. В исследуемых образцах уровень pH находится в пределах от 3,6 до 3,9. Сравнив данные показатели с регламентируемыми, можно заявить, что исследуемые образцы соответствуют требованиям ТНПА.

Массовая доля сухих веществ и титруемая кислотность лишь формально определяют качество апельсиновых соков и не являются достаточными для оценки их натуральности. Это связано с тем, что соки легко могут быть фальсифицированы разбавлением водой и затем, путем добавления сахара и кислоты, концентрация экстрактивных веществ может быть приведена в соответствии со стандартом.

В соответствии с этим целесообразно использовать для анализа и иные, более точные показатели в данной области исследования. Таковыми являются: определение формольного числа, содержание оксиметилфурфура.

Оксиметилфурфурол характерен для соков, подвергнутых избыточной тепловой обработке, а также хранившихся в неподходящих условиях или в течение длительного времени. Повышение содержания оксиметилфурфура в соке ведет к изменению цвета и других органолептических показателей, одновременно с этим может наблюдаться снижение содержания L-аскорбиновой кислоты.

Формольное число (концентрация аминного азота) косвенно характеризует содержание в соке свободных аминокислот со свободными первичными аминогруппами. Данный идентификационный показатель является трудноподделываемым, поэтому его можно использовать для установления подлинности соковой продукции.

Формольное число и содержание оксиметилфурфура не нормируется государственными стандартами, однако они указаны в Своде правил АИЖН. Содержание формольного числа составляет от 15 до 26 мл 0,1 моль NaOH/100 мл, а оксиметилфурфурол не должен превышать 10 мг/л [23].

Содержание оксиметилфурфура и формольного числа в исследуемых соках представлено в табл. 2.

Таблица 2. Содержание оксиметилфурфура и формольного числа
Table 2. The contents of oxymethylfurfural and the contents of formol index

Наименование образца	Содержание оксиметилфурфура, мг/л	Формольное число, мл 0,1 NaOH/100 мл
«Rich»	3,96	24
«Alvado»	2,55	21
«Sandora»	0,84	24
«ABC»	0,12	19
«Villa Dini»	0,84	20

Исходя из полученных данных, можно отметить, что три образца сока имеют значения по содержанию оксиметилфурфура ниже, чем нижний предел его определения — 2 мг/кг. Однако общим выводом по исследуемым образцам можно сказать, что они были произведены с соблюдением режимов термической обработки, а также без нарушения условий хранения, поскольку содержание оксиметилфурфура в них содержится в допустимом количестве. На основании результатов, полученных при определении формольного числа, можно сделать предположение, что исследуемые продукты являются действительно подлинными.

Согласно требованиям Свода правил для оценки качества фруктовых и овощных соков, документов Ассоциации промышленности соков и нектаров из фруктов и овощей Европейского Союза (A.I.J.N.), одним из основных показателей, подтверждающих подлинность сока, является фракционный состав сахаров.

Содержание глюкозы в восстановленных апельсиновых соках, согласно требованиям Свода правил A.I.J.N., должно находиться в пределах от 20 до 35 г/дм³, сахарозы — от 10 до 50 г/дм³, фруктозы — от 20 до 35 г/дм³, а соотношение глюкоза/фруктоза — в пределах 0,85 — 1,0. При этом процентная доля сахарозы в общем содержании сахаров не должна превышать 50–60 % [23].

В справочнике Макканса и Уиддоусона приводятся коррелирующие со Сводом правил данные по содержанию сахаров в апельсиновых соках: глюкоза — 28 г/дм³, сахарозы — 31 г/дм³, фруктозы — 29 г/дм³ [24].

Нами было проведено определение сахаров апельсиновых соков с использованием жидкостной хроматографии и ферментативного анализа. Результаты хроматографического определения сахаров апельсиновых соков представлены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты хроматографического исследования содержания сахаров
Table 3. Results of chromatographic research of sugar content

Наименование образца	Наименование показателя							
	Глюкоза		Фруктоза		Сахароза		Общее содержание сахара, г/л	Соотношение глюкозы и фруктозы
	г/л	%	г/л	%	г/л	%		
«Rich»	27,8	26,6	20,4	19,6	56,1	53,8	104,3	1,4
«Alvado»	34,9	30,5	30,0	26,2	49,6	43,3	114,5	1,2
«Sandora»	31,5	28,5	21,4	19,4	57,5	52,1	110,4	1,5
«ABC»	41,1	34,7	26,4	22,2	51,1	43,1	118,6	1,6
«Villa Dini»	39,9	34,0	27,0	23,0	50,5	43,0	117,4	1,5

Результаты ферментативного анализа сахаров апельсиновых соков представлены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты ферментативного определения содержания сахаров
Table 4. Results of enzymatic research of sugar content

Наименование образца	Наименование показателя							
	Глюкоза		Фруктоза		Сахароза		Общее содержание сахара, г/л	Соотношение глюкозы и фруктозы
	г/л	%	г/л	%	г/л	%		
«Rich»	27,6	27,4	19,9	19,7	55,3	52,9	100,8	1,4
«Alvado»	34,1	29,9	30,6	26,8	49,5	43,3	114,2	1,1
«Sandora»	31,1	28,5	21,8	20,0	56,1	51,5	109,0	1,4
«ABC»	39,4	34,1	25,7	22,2	50,6	43,7	115,7	1,5
«Villa Dini»	39,0	33,6	27,4	23,6	49,7	42,8	116,1	1,4

В образцах «ABC», «Villa Dini» содержание глюкозы выше нормируемых Сводом правил значений, а соки торговых марок «Rich», «Sandora», «ABC», «Villa Dini» имеют превышение по содержанию сахарозы. Это может быть связано с применением для изготовления соков плодов, выращенных в северной части Америки, поскольку содержание сахарозы находится ниже 60 %. Повышенное содержание сахарозы в составе может быть связано с добавлением подслащивающих ингредиентов.

Соотношение глюкозы к фруктозе находится у образцов в диапазоне от 1,0 до 1,6, что незначительно превышает установленные нормы, но не является критичным.

Вкусовые свойства фруктов и изготовленных из них соков обусловлены наличием не только сахаров, но и органических кислот. Органические кислоты в апельсиновом соке представлены в основном лимонной кислотой, которой содержится в количестве от 6,3 до 17,0 г/л. L-яблочная кислота присутствует в апельсиновом соке в количествах, в несколько раз меньших, чем лимонная кислота: ее содержание составляет 0,8–3,0 г/л. В еще меньших количествах в апельсиновых соках присутствуют D-изолимонная и аскорбиновая кислоты. Содержание уксусной кислоты находится в пределах до 0,4 г/дм³ [23].

Результаты хроматографического и ферментативного определения органических кислот приведены в табл. 5.

По полученным данным можно сказать, что содержание лимонной кислоты находится в диапазоне от 7,029 до 7,998 г/л. Содержание яблочной кислоты составляет от 0,802 до 0,857 г/л, значения являются минимальными для диапазона и могут свидетельствовать, что сок изготовлен из апельсинов сорта «Навель», массово выращиваемых в Калифорнии. Винная кислота находится в пределах от 0,037 до 0,249, что может свидетельствовать о том, что ее добавляли в качестве регулятора кислотности, однако этого не указано в составе соков. В ТР ТС 023/2011 дозировка винной кислоты должна составлять не более 4 г/л. Содержание щавелевой кислоты находится в диапазоне от 0,061 до 0,247 г/л, данная кислота широко распространена в природе, в цитрусовых плодах она сосредоточена в основном в кожуре, ее

количество в соках может достигать до 0,5 г/л. Также данную кислоту используют в качестве удобрения и стимулятора роста растений. Содержание уксусной кислоты находится в интервале от 0,151 до 0,324 г/л, что соответствует требованиям Свода правил АИЖН по гигиеническим требованиям. Содержание янтарной кислоты находится в пределах от 0,979 до 3,269 г/л, что может свидетельствовать о добавлении ее в качестве удобрения, поскольку она активизирует процессы роста и развития, а также повышает иммунитет растения. Для здоровья людей она безопасна как и большинство кислот, оказывает противовоспалительное действие. Содержание молочной кислоты обнаружено только в одном образце «Villa Dini», нормы по ее содержанию составляют не более 0,5 г/л, в нашем случае ее количество составляет 0,189 г/л, что соответствует требованиям.

Таблица 5. Содержание органических кислот в апельсиновых соках
Table 5. Organic acid content in orange juices

Наименование образца	Наименование показателя							
	Содержание яблочной кислоты, г/л	Содержание L-яблочной кислоты, г/л	Содержание лимонной кислоты, г/л	Содержание винной кислоты, г/л	Содержание шавелевой кислоты, г/л	Содержание уксусной кислоты, г/л	Содержание янтарной кислоты, г/л	Содержание молочной кислоты, г/л
«Rich»	0,836	0,842	7,576	0,140	0,108	—	1,158	—
«Alvado»	0,834	0,849	7,589	0,093	0,101	—	—	—
«Sandora»	0,857	0,842	7,998	0,037	0,109	0,324	—	—
«ABC»	0,808	0,802	7,883	0,249	0,247	0,266	0,979	—
«Villa Dini»	0,829	0,831	7,029	0,144	0,061	0,151	3,269	0,189

Идентификация органических кислот наиболее эффективна лишь в том случае, если цитрусовые соки фальсифицированы виннокаменной, или другой, но не лимонной кислотой, либо соками из семечковых плодов, содержащих винную или яблочную кислоту, что резко снизит содержание лимонной кислоты.

Наряду с органическими кислотами и сахарами важными соединениями, позволяющими установить подлинность соков, являются минеральные вещества. В Своде правил содержание кальция варьируется от 60 до 150 мг/л, магния от 70 до 160 мг/л, общего фосфора от 115 до 210 мг/л, калия от 1300 до 2500 мг/л и натрия не более 30 мг/л [23].

Результаты исследования минерального состава апельсиновых соков приведены в табл. 6.

Таблица 6. Содержание минеральных веществ в апельсиновых соках
Table 6. The content of mineral elements in orange juices

Наименование образца	Наименование показателя				
	Кальций, мг/кг	Магний, мг/кг	Фосфор, мг/кг	Калий, мг/кг	Натрий, мг/кг
«Rich»	124	106	180	1895	27
«Alvado»	122	98	115	1456	34
«Sandora»	115	100	180	1780	13
«ABC»	125	81	113	1320	27
«Villa Dini»	154	102	133	1570	27

Полученные данные позволяют утверждать, что по содержанию минеральных веществ образцы соответствуют установленным диапазонам концентрации Свода АИЖН, а значит факт разбавления соков водой не установлен. Незначительные отклонения, возможно, связаны с сортовыми особенностями сырья или значительным разбавлением водой.

Закключение. Отсутствие в Республике Беларусь системы оценки подлинности соковой продукции не гарантирует аутентичность продукции, выпускаемой отечественными производителями, что требует разработки и внедрения механизмов эффективного контроля для предотвращения попадания на потребительский рынок фальсифицированной продукции [25].

На сегодняшний день не существует аналитической методики, которая позволяла бы установить аутентичности соковой продукции. Основу современного анализа чистоты соков составляет матричный подход, основанный на определении целого ряда показателей, которые комплексно характеризуют состав соков. Полученные значения сравниваются с таблицами

химического состава настоящих соков определенного вида, которые составлены на базе сотен анализов аутентичных образцов во всем мире и легли в основу многих стандартов идентификации в развитых странах.

Перспективами дальнейших исследований в данном направлении является необходимость создания единой нормативной базы по оценке качества и безопасности соков по максимальному спектру показателей.

Список использованных источников

1. *Нижерадзе, Э.Ш.* Проблема фальсификации цитрусовых соков и методы ее обнаружения: монография. – Батуми: БГЭУ, 2011. – 198 с.
2. Потребительская кооперация стран постсоветского пространства: состояние, проблемы, перспективы развития [Электронный ресурс]: сборник научных статей международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию университета, 26–27 сентября 2019 г. / редкол.: С. Н. Лебедева [и др.]; под науч. ред. канд. техн. наук, доцента Е. П. Багрянцевой. — Гомель : учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 2019. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). — Загл. с экрана.
3. Соки и соковая продукция. Идентификация. Общие положения: ГОСТ Р 53137-2008. — Введ. 01.01.2010. — М.: Стандартинформ, 2009. — 26 с.
4. Лилишенцева, А. Н. Фальсификация цитрусовых соков / А.Н. Лилишенцева, К.В. Боровая // Пищевая промышленность: наука и технология. —Т. 14, №3 (53). — 2021. — С. 71–79.
5. *Резниченко, И. Ю.* Идентификация подлинности газированных безалкогольных напитков / И. Ю. Резниченко, М. С. Кондратьева // Индустрия питания. — 2020. — № 1. — С. 16–22.
6. Продукция соковая. Рефрактометрический метод определения массовой доли растворимых сухих веществ: ГОСТ 34128-2017. — Введ. 01.01.2019. — М.: Стандартинформ, 2019. — 8 с.
7. Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности: ГОСТ ISO 750-2013. — Введ. 01.07.2015. — М.: Изд-во стандартов, 2019. — 5 с.
8. Продукты переработки плодов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения pH: ГОСТ 26188-2016. — Введ. 01.01.2018. — М.: Изд-во стандартов, 2016. — 7 с.
9. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения оксиметилфурфуrolа: ГОСТ 29032-91. — Введ. 01.07.1992. — М.: Изд-во стандартов, 2010. — 5 с.
10. Соки плодовые и овощные. Потенциометрический метод определения формольного числа: ГОСТ Р 51122-97. — Введ. 01.07.1998. — М.: Изд-во стандартов, 1997. — 6 с.
11. Соки фруктовые и овощные. Метод определения L-яблочной кислоты: ГОСТ 31082-2002. — Введ. 01.11.2003. — Минск: БелГИСС, 2003. — 5 с.
12. Соки фруктовые и овощные. Метод определения сахарозы: ГОСТ Р 51938-2006. — Введ. 01.06.2007. — Минск: БелГИСС, 2007. — 12 с.
13. Соки фруктовые и овощные. Метод определения D-глюкозы и D-фруктозы: ГОСТ 31083-2002. — Введ. 01.11.2003. — Минск: БелГИСС, 2003. — 7 с.
14. Продукция алкогольная и соковая. Определение содержания углеводов и глицерина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: ГОСТ 33409-2015. — Введ. 01.07.2017. — М.: Стандартинформ, 2019. — 11 с.
15. Продукция безалкогольная, слабоалкогольная, винодельческая и соковая: ГОСТ 33410-2015. — Введ. 01.07.2017. — М.: Стандартинформ, 2019. — 19 с.
16. Соки фруктовые и овощные. Метод определения содержания натрия, калия, кальция и магния с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии: ГОСТ Р 51429-99. — Введ. 01.01.2001. — М.: Стандартинформ, 2010. — 5 с.
17. Продукты переработки фруктов, овощей и грибов Методы определения органолептических показателей, массовой доли составных частей, массы нетто или объема: ГОСТ 8756.1-2017. . — Введ. 01.01.2019. — М.: Стандартинформ, 2019. — 11 с.
18. *Нижерадзе, Э.Ш.* Виды фальсификации товаров и способы борьбы с ней / Э.Ш. Нижерадзе, В.Р. Абуталиева, Д.Ф. Игнатюк // Символ науки. — 2021. — № 1. — С. 55–58.
19. Республика Беларусь. Законы. О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья населения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/originalblr62386.pdf>. — Дата доступа: 17.04.2021.
20. Пищевая продукция. Информация для потребителей. Общие требования: СТБ 1100-2016. — Введ. 01.02.2017. — Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. — 36 с.
21. Консервы. Соки фруктовые восстановленные. Общие технические условия: СТБ 1824-2008. — Введ. 01.09.2008. — Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2008. — 24 с.

22. Евразийская экономическая комиссия // Технический регламент таможенного союза. Пищевая продукция в части ее маркировки: ТР ТС 022/2011 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20SokovayaProd.pdf>. — Дата доступа: 20.04.2021.
23. Свод правил для оценки качества фруктовых и овощных соков Ассоциации промышленности соков и нектаров из фруктов и овощей Европейского союза (Code of practice for evaluation of fruit and vegetable. AIJN). — М: Новита, 2004.
24. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уилдусона/ пер. с англ. под общ. ред. д-ра мед. наук А.К. Батурина. — СПб.: Профессия, 2006. — 416с.
25. *Лилишенцева, А.Н.* Современные подходы к идентификации соковой продукции /А.Н. Лилишенцева// Научные труды Белорусского государственного экономического университета. — Минск, 2017. — С. 266-271.

Информация об авторах

Боровая Каролина Владимировна, эксперт лаборатории физико-химических исследований, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: karolina-borovaya@mail.ru

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

E-mail: lilishenceva@yandex.by

Information about authors

Borovaya Karolina Vladimirovna, expert of the Laboratory of physico-chemical research of Scientific and Practical Center of the National Academy of Science of Belarus for Food (29 Kozlova st., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: karolina-borovaya@mail.ru

Lilishentseva Hanna Nikolaevna, PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Commodity Science and Examination of Goods of Belarusian State Economic University (7 Sverdlova st., 220030, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: lilishenceva@yandex.by