

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 18
№2(68)
2025

**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 19.06.2025.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonC. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 10,65.

Тираж 100 экз. Заказ 403.

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. 18, №2(68) 2025

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 of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Professor

Editorial council:

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

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

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

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

Zaichenko Dmitry Aleksandrovich — Deputy General Director for Scientific and Innovation Work of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Technical Sciences, Associate Professor

Komarova Natalya Viktorovna — Deputy General Director for Research and Standardization of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food", PhD of Technical Sciences, Associate Professor

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

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

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

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

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

Shepshelev Alexandr Anatolyevich — Director of the State Scientific Institution "Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus", PhD of Technical Sciences, Associate Professor

Akopova Svetlana Sergeevna — executive editor, leading engineer of the scientific and technical information sector 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. 18
№2(68)
2025

**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 19.06.2025
Format 60x84/8. Offset paper.
NewtonC type. Offset printing.
Printed pages 10,65.
Circulation 100 copies. Order 403.
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

Ловкис З. В., Евтушевская Л. В., Усень Ю. С. Исследование влияния обогащающих ингредиентов на структурно-механические и органолептические свойства специализированной энергетической продукции	6
Почицкая И. М., Мелик-Касумов Т. Б., Чекун О. В. Сравнительная характеристика эффектов потребления высокобелковой и высокоуглеводной растительных диет	12
Лозовская Д. С., Дымар О. В. Разработка технологии производства ферментированных продуктов из молозива.....	21
Соловьев В. В., Вышникова О. В., Шимановская Ю. А. Ретроспективный взгляд на технологии производства безалкогольного пива.....	30
Юденко О. Н., Xiangyu Sun, Mukesh Kumar Awasthi, Комарова Н. В., Сидоренко А. В., Зубковская О. Л., Рабчонок Н. Р., Урсул М. А. Перспективные направления развития перерабатывающих предприятий виноделия в условиях сотрудничества Беларуси и Китая	40
Евтушевская Л. В., Петюшев Н. Н., Усень Ю. С., Уложникова М. Ю., Гоман Д. И. Технологические аспекты получения крупяных полуфабрикатов	48
Гершончик К. Н., Гарлинская М. И. Маркетинговые исследования по изучению потребительских предпочтений полуфабрикатов мучных изделий повышенной пищевой ценности.....	55
Кривко И. В., Петухов М. М., Лилишенцева А. Н. Технологические аспекты расширения ассортимента фруктовых консервов для детского питания	60
Рыбкина Е. Е., Кошак Ж. В. Влияние экструдирования комбикорма для радужной форели с использованием гороховой муки на его биологическую ценность и структурно-механические свойства.....	66
Окунева Т. Ю., Баровская Н. А., Павловская Л. М., Головнева Н. А. Чистые культуры молочнокислых бактерий – основа направленного и контролируемого процесса ферментации.....	75
Жакова К. И., Павловская Л. М., Гапеева Л. А. Систематизация основных видов упаковки из комбинированных материалов, используемых в консервной отрасли Республики Беларусь. Изучение процессов миграции химических веществ в модельные среды.....	81

CONTENTS

Lovkis Z. V., Evtushevskaya L. V., Usenya Yu. S. Study of the influence of enriching ingredients on the structural-mechanical and organoleptic properties of specialised energy products	6
Pochitskaya I. M., Melik-Kasumov T. B., Chekun O. V. Comparative characteristics of the effects of consumption of high-protein and high-carbohydrate plant-based diets	12
Lozovskaya D. S., Dymar O. V. Definition and justification of parameters of technological operations for colostrum processing.....	21
Solovyov V. V., Vyshnikova O. V., Shymanouskaya Yu. A. A retrospective view on non-alcoholic beer production technologies.....	30
Yudzenka V. N., Xiangyu Sun, Mukesh Kumar Awasthi, Kamarova N. V., Sidarenka A. V., Zubkouskaya A. L., Rabchonak N. R., Ursul M. A. Prospective directions of development of wine processing enterprises in the conditions of cooperation between Belarus and China.....	40
Yevtushevskaya L. V., Petyushev N. N., Usenya Yu. S., Ulozhinova M. Yu, Homan D. I. Technological aspects of the production of semi-finished cereals.....	48
Gershonchik K. N., Garlinskaya M. I. Marketing research to study consumer preferences for semi-finished flour products with high nutritional value.....	55
Krivko I. V., Petukhov M. M., Lilishentseva A. N. Technological aspects of expanding the range of canned fruit for baby food	60
Rybkina E. E., Koshak Zh. V. Influence of extruding compound feed for rainbow trout using pea flour on its biological value and structural-mechanical properties	66
Okuneva T. J., Barouskaya N. A., Pavlovskaya L. M., Golovneva N. A. Pure cultures of lactic acid bacteria - the fundamental basis of directed and controlled fermentation process.....	75
Zhakova Ch. I., Pavlovskaya L. M., Gapeeva L. A. Systematization of the main types of packaging from combined materials used in the canning industry of the Republic of Belarus. Study of the processes of migration of chemical substances in model environments.....	81

УДК 665.22:641.1

Поступила в редакцию 25.02.25
Received 25.02.25**З. В. Ловкис, Л. В. Евтушевская, Ю. С. Усеня***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБОГАЩАЮЩИХ ИНГРЕДИЕНТОВ НА
СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

Аннотация. Создание специализированных продуктов питания для населения различных возрастных групп в зависимости от затрат энергии, условий труда и других факторов, является актуальным направлением проведения исследований во всем мире. Специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проводятся исследования по созданию специализированной продукции — энергетических батончиков для питания людей, работающих в тяжелых условиях труда. В статье приведены результаты исследований по определению влияния обогащающих ингредиентов на структурно-механические и органолептические свойства хлебного корпуса нового вида специализированной продукции — энергетического батончика. Проведена дегустационная оценка полученных образцов энергетического продукта, с помощью профильного метода определения флейвора исследованы его наиболее значимые показатели (внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция).

Ключевые слова: энергетический продукт, сбалансированное питание, тяжелые условия труда, обогащение, органолептические свойства, дегустационная оценка.

Z. V. Lovkis, L. V. Evtushevskaya, Yu. S. Usenya*RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus***STUDY OF THE INFLUENCE OF ENRICHING INGREDIENTS
ON THE STRUCTURAL-MECHANICAL AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES
OF SPECIALISED ENERGY PRODUCTS**

Abstract. The creation of specialized food products for the population of different age groups depending on energy costs, working conditions and others is a relevant area of research all over the world. Specialists of the RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food” conduct research on the creation of specialized products - energy bars for nutrition of people working in difficult working conditions. The article presents the results of studies to determine the effect of enriching ingredients on the structural, mechanical and organoleptic properties of the developed specialized energy products. A tasting evaluation of the obtained samples of the energy product was carried out, using a specialized method for determining the flavor, its most significant indicators (appearance, color, taste, smell, consistency) were studied.

Keywords: energy product, balanced nutrition, difficult working conditions, enrichment, organoleptic properties, tasting evaluation.

Введение. В последнее время популярность набирает такое понятие как «суперфуд», обозначающее продукты с высокой питательной ценностью, в которых сосредоточено большое количество биологических соединений (антиоксиданты, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты и др.), считающихся полезными для здоровья человека. На прилавках магазинов появилось множество новых продуктов, на упаковке которых присутствует соответствующая надпись «суперфуд». В основном это специализированная продукция для питания спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни, обогащенная белком, пище-

выми волокнами и микронутриентами. Они идеально подходят для быстрого восполнения энергии «на ходу», поэтому получили еще одно название «энергетические продукты». Обычно такие продукты имеют компактные небольшие размеры и упакованы в индивидуальную упаковку, поэтому могут весь день находиться в кармане, и при необходимости, их можно употребить во время короткого перерыва или даже в процессе трудовой деятельности.

Специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» проводятся исследования по созданию специализированной продукции — энергетических батончиков для питания людей, работающих в тяжелых условиях труда. Новый энергетический продукт представляет собой батончик, состоящий из хлебного корпуса в виде полого цилиндра с размерами не более 10 см в длину и 2,5 см в диаметре и высококалорийной начинки на основе сала соленого [1]. В данной научно-исследовательской работе понятие «энергетический продукт» подразумевает продукт, имеющий повышенную пищевую и энергетическую ценность (на 30% и более, относительно аналогичной пищевой продукции), способствующий быстрому восстановлению организма, повышению работоспособности за счет поступления в него значительного количества энергии.

Задачей, на решение которой направлены исследования, является создание высококалорийной сбалансированной специализированной продукции согласно всем рекомендациям, приведенным в [2–5], на основе отечественного натурального сырья растительного и животного происхождения, употребление которой позволит людям, работающим в тяжелых и особо тяжелых условиях труда, быстро восполнить значительное количество энергии прямо на рабочем месте.

Результаты исследований и их обсуждение. С целью определения влияния обогащающих ингредиентов — семян тыквы, чиа, льна и кориандра, вносимых в тесто на стадии формирования корпуса энергетического батончика перед выпечкой, на физико-химические, структурно-механические и органолептические свойства готового хлебного корпуса батончика, проведены лабораторные выпечки 5-ти образцов хлебного корпуса энергетического продукта:

- ♦ образец №1 — контрольный, базовый рецептурный состав корпуса (мука пшеничная высшего сорта, мука ржаная обдирная, сухое картофельное пюре, сахар, дрожжи, соль), без внесения обогащающего ингредиента;

- ♦ образец №2 — базовый рецептурный состав корпуса с внесением 5 % семян чиа;
- ♦ образец №3 — базовый рецептурный состав корпуса с внесением 5 % семян тыквы;
- ♦ образец №4 — базовый рецептурный состав корпуса с внесением 2 % семян кориандра;
- ♦ образец №5 — базовый рецептурный состав корпуса с внесением 5 % семян льна.

Перед внесением в тестовые заготовки, семена обогащающих ингредиентов дробили, за исключением семян чиа.

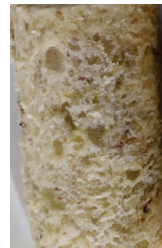
Проведена дегустационная оценка полученных образцов, определены их физико-химические и структурно-механические свойства. Оценка органолептических свойств полученных образцов проводили с помощью профильного метода определения флейвора (критерия, описывающего общее вкусовое ощущение), консистенции и внешнего вида продукта [6]. Для профильного анализа были выбраны наиболее значимые показатели (внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция), интенсивность которых определялась по 5-ти бальной оценочной (словесной) шкале.

Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1 и на рисунке 1. Установлено, что вносимые обогащающие ингредиенты оказывают значительное влияние, как на органолептические, так и на структурно-механические показатели исследуемых образцов.

Анализ данных, приведенных на рисунке 1 и в таблице 1, показал, что такие показатели, как внешний вид, консистенция и цвет всех образцов с добавлением обогащающих ингредиентов получили более низкую оценку по отношению к контрольному образцу, взятому за эталон.

Это обусловлено тем, что обогащающие ингредиенты добавлялись в тесто в виде кусочков, что привело к неоднородности консистенции образцов, и частичному изменению цвета продукта. Однако такие показатели как вкус и запах у обогащенных образцов продукта были оценены наравне и даже выше по отношению к аналогичным показателям контрольного образца, так как внесение обогащающих ингредиентов положительно повлияло на вкус образцов, сделав его более насыщенным, богатым, и придав особый аромат. Общее впечатление от всех обогащенных образцов было положительным, а их качественные показатели оценены как «высокие». По результатам оценки структурных показателей качества исследуемых образцов было принято решение вносить обогащающие ингредиенты в измельченном виде (муки).

Таблица 1. Структурно-механические и органолептические свойства образцов хлебного корпуса энергетического продукта
Table 1. Structural-mechanical and organoleptic properties of samples of bread body of energy product

Наименование показателя	Образец №1 контрольный	Образец №2	Образец №3	Образец №4	Образец №5
Внешний вид	Изделие в виде полого цилиндра с достаточно однородной поверхностью без посторонних включений 	Изделие в виде полого цилиндра с неоднородной поверхностью и черными включениями семян чиа 	Изделие в виде полого цилиндра с неоднородной поверхностью и зелеными включениями семян тыквы 	Изделие в виде полого цилиндра с однородной поверхностью и темными включениями семян кориандра 	Изделие в виде полого цилиндра с неоднородной поверхностью и темными включениями семян льна 
Цвет	Равномерный, от бежевого до светло-коричневого, с мелкими темными вкраплениями, свойственными сырью	Равномерный, от бежевого до светло-коричневого, с мелкими темными вкраплениями и включениями черного цвета, свойственными сырью	Неравномерный, от бежевого до светло-коричневого, с мелкими темными вкраплениями и включениями зеленого цвета, свойственными сырью	Равномерный, от бледно-бежевого до светло-коричневого, с мелкими темными вкраплениями, свойственными сырью	Равномерный, от бледно-бежевого до светло-коричневого с темными вкраплениями, свойственными сырью
Вкус	Приятный, свойственный хлебобулочному изделию, с учетом используемого сырья, без постороннего запаха	Приятный, свойственный хлебобулочному изделию, с учетом используемого сырья, без постороннего запаха	Приятный, свойственный хлебобулочному изделию, с учетом используемого сырья, без постороннего запаха	Приятный, свойственный хлебобулочному изделию, с учетом используемого сырья, без постороннего запаха	Приятный, свойственный хлебобулочному изделию, с учетом используемого сырья, без постороннего запаха
Запах	Приятный, свойственный хлебобулочному изделию, с учетом используемого сырья, без постороннего привкуса	Приятный, свойственный хлебобулочному изделию, с учетом используемого сырья, без постороннего привкуса	Приятный, свойственный хлебобулочному изделию, с учетом используемого сырья, без постороннего привкуса	Приятный, свойственный хлебобулочному изделию, с учетом используемого сырья, без постороннего привкуса	Приятный, свойственный хлебобулочному изделию, с учетом используемого сырья, без постороннего привкуса
Консистенция	Мягкая пористая; поры мелкие, равномерно распределены по всему объему изделия. Поверхность мелкопористая, без вздутий	Мягкая пористая, с включениями в виде семян чиа; поры неравномерно распределены по всему объему изделия. Поверхность пористая без вздутий	Мягкая пористая, с включениями в виде кусочков семян тыквы; поры равномерно распределены по всему объему изделия. Поверхность пористая без вздутий	Мягкая слабо пористая, с включениями в виде кусочков семян кориандра; поры равномерно распределены по всему объему изделия. Поверхность мелкопористая без вздутий	Мягкая очень пористая, с включениями в виде кусочков семян льна; поры неравномерно распределены по всему объему изделия. Поверхность пористая без вздутий

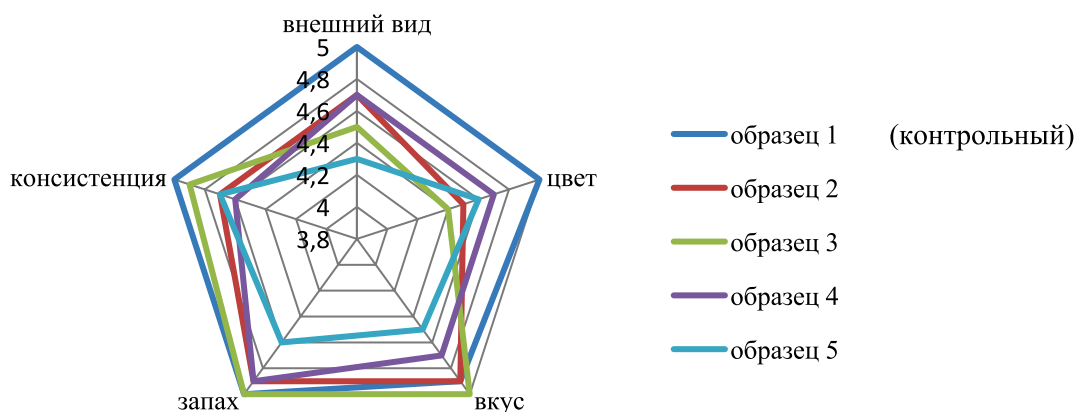


Рис. 1. Профили флейвора, консистенции и внешнего вида образцов хлебного корпуса энергетического продукта

Fig. 1. Flavor, texture and appearance profiles of energy product bread body samples

Наиболее предпочтительными по органолептическим показателям были определены образцы №3 (с добавлением 5% семян тыквы), №2 (с добавлением 5 % семян чиа) и №5 (с добавлением 5 % семян льна), с общими балльными оценками 4,76; 4,74 и 4,54 соответственно по 5-ти балльной шкале.

Проведены исследования по определению набухаемости образцов корпуса энергетического продукта (рисунок 2), полученные результаты представлены в таблице 2.

Установлено, что внесение обогащающих ингредиентов увеличивает набухаемость образцов корпуса энергетического продукта:

- ♦ в 1,1 раза при внесении семян чиа в дозировке 5%;
- ♦ в 1,2 раза при внесении семян тыквы в дозировке 5%;
- ♦ в 1,5 раза при внесении семян льна в дозировке 5%.

За счет хорошей водопоглотительной способности данные обогащающие ингредиенты положительно влияют на процесс тестообразования - увеличивают вязкость мучного клейстера, а также на технологические свойства теста в процессе формования тестовых заготовок корпуса энергетического батончика.



Рис. 2. Определение набухаемости образцов корпуса энергетического продукта

Fig. 2. Determination of swelling properties of energy product body samples

Что касается готового продукта, использование семян тыквы, льна и чиа позволило сформировать у него более эластичный мякиш (рисунок 3), сухой на ощупь, и повысить его формоустойчивость. Таким образом, использование семян тыквы, льна и чиа позволяет не только повысить пищевую ценность продукта, но и его показатели качества.

Таблица 2. Результаты исследования влияния обогащающих компонентов на набухаемость образцов корпуса энергетического продукта
Table 2. Results of the study of the influence of enriching components on the swelling properties of energy product body samples

Название образца	масса навески m_0 , г	Объем набухшего продукта V_n , см ³	Набухаемость H , см ³ /г
Образец №1	5,0	55	11,0
Образец №2	5,0	60	12,0
Образец №3	5,0	63	12,6
Образец №4	5,0	55	11,0
Образец №5	5,0	80	16,0

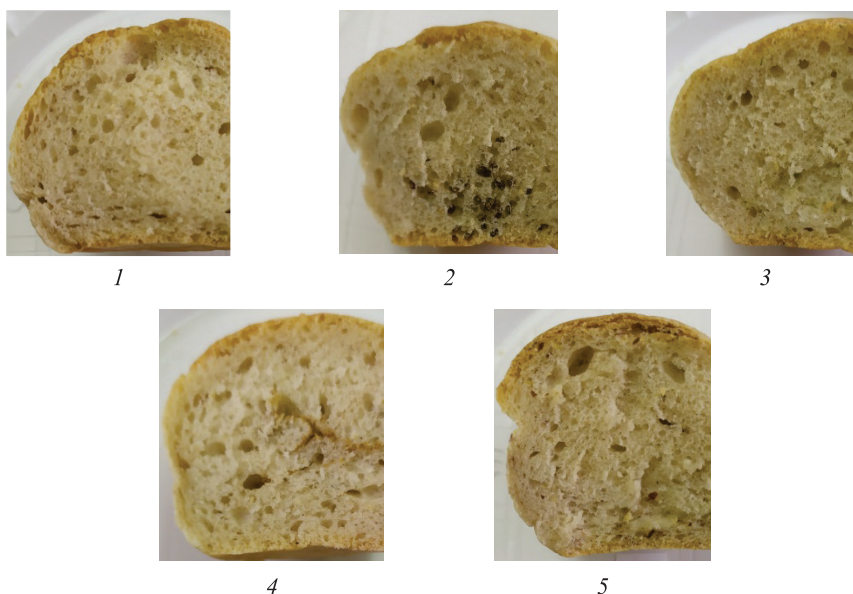


Рис. 3. Вид мякиша образцов корпуса энергетического продукта в разрезе
Fig. 3. View of crumb of samples of energy product body in section

В результате проведенных исследований установлено, что внесение обогащающих ингредиентов (семян тыквы, льна и чиа) в корпус энергетического продукта: 1) улучшает его органолептические свойства (вкус, запах), однако приводит к неоднородности консистенции образцов, и частичному изменению цвета продукта; 2) улучшает технологические свойства теста в процессе формирования тестовых заготовок за счет высокой водопоглощительной способности обогащающих ингредиентов, и структурно-механические свойства готового продукта — увеличивает набухаемость продукта в 1,1...1,5 раза; позволяет сформировать у него более эластичный мякиш, сухой на ощупь, повысить его формоустойчивость.

Заключение. Исследовано влияние обогащающих ингредиентов (семян тыквы, чиа, льна и кориандра), вносимых в тесто на стадии формирования корпуса энергетического батончика, на его физико-химические, структурно-механические и органолептические свойства после процесса выпечки. Проведена дегустационная оценка полученных образцов энергетического продукта, с помощью профильного метода определения флейвора исследованы его наиболее значимые показатели (внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция).

В результате проведенных исследований установлено, что внесение обогащающих ингредиентов (семян тыквы, льна и чиа) в корпус энергетического продукта: 1) улучшает его органолептические свойства (вкус, запах), однако приводит к неоднородности консистенции образцов, и частичному изменению цвета продукта; 2) улучшает технологические свойства теста в процессе формирования тестовых заготовок за счет высокой водопоглощительной способности обогащающих ингредиентов, и структурно-механические свойства готового продукта — увеличивает набухаемость продукта в 1,1-1,5 раза; позволяет сформировать у него более эластичный мякиш, сухой на ощупь, повысить его формоустойчивость.

Список использованных источников:

1. Ловкис, З. В. Разработка специализированной продукции для людей, работающих в тяжелых условиях труда / З. В. Ловкис, Л. В. Евтушевская, Ю. С. Усеня, М. Ю. Уложина, С. С. Гальго // Наука, питание и здоровье: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч. — практ. центр по продовольствию; под общ. ред. З. В. Ловкиса. — Минск: Беларуская навука, 2024. — С. 317-325.
2. 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 РБ от 20.11.2012г. № 180.
3. Санитарные нормы и правила «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения РБ от 21.06.2013г. № 52.
4. Скурихин, И. М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочное издание — Москва: ДеЛи принт, 2007. — С. 270.
5. Замбрицкий, О. Н. Гигиенические основы рационального питания. Оценка адекватности фактического питания: учебно-методическое пособие / О. Н. Замбрицкий, Н. Л. Бацукова. — 4-е изд. — Минск: БГМУ, 2020. — С. 44.
6. СТБ ИСО 6564-2007 Органолептический анализ. Методология. Методы профильного анализа флейвора.

Информация об авторах

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

E-mail: info@belproduct.com

Евтушевская Людмила Владимировна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, 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: olishenia@mail.ru

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

E-mail: yulia1484@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 the Administration of the Directorate of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food” (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: info@belproduct.com

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

Usenya Yulia Sergeevna, PhD (Engineering), senior researcher — deputy head 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 str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: yulia1484@mail.ru

УДК 613.26-027.236

Поступила в редакцию 16.05.2025

Received 16.05.2025

¹И. М. Почицкая, ²Т. Б. Мелик-Касумов, ¹О. В. Чекун¹ РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь² Государственное научное учреждение «Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭФФЕКТОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ВЫСОКОБЕЛКОВОЙ И ВЫСОКОУГЛЕВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ДИЕТ

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного экспериментального анализа эффектов потребления высокобелковой растительной диеты, растительной (постной) диеты и высокоуглеводной растительной диеты. Проведена оценка влияния этих диет на рост, метаболические параметры, уровень активности, массу органов и общее состояние здоровья животных.

Ключевые слова: растительная диета, вегетарианство, пост, эксперимент *in vivo*, белок, растительный полуфабрикат.

¹I. M. Pochitskaya, ²T. B. Melik-Kasumov, ¹O. V. Chekun¹Republican Unitary Enterprise «The scientific and practical centre for foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» Minsk, Belarus²State Scientific Institution «Institute of Physiology National Academy of Sciences of Belarus» Minsk, Belarus

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE EFFECTS OF CONSUMPTION OF HIGH-PROTEIN AND HIGH-CARBOHYDRATE PLANT-BASED DIETS

Abstract. The article presents the results of a comparative experimental analysis of the effects of consuming a high-protein plant-based diet, a plant-based (fasting) diet, and a high-carbohydrate plant-based diet. The effect of these diets on growth, metabolic parameters, activity level, organ weight, and overall health of animals was assessed.

Keywords: plant-based diet, vegetarianism, fasting, *in vivo* experiment, protein, plant-based semi-finished product.

Введение. В последние десятилетия наблюдается значительный рост интереса к здоровому питанию. Это связано с повышением осведомленности потребителей о влиянии питания на здоровье и окружающую среду. В этой связи комбинированные продукты на основе растительного сырья становятся все более актуальным, поскольку предоставляют уникальную возможность объединить наиболее весомые характеристики различных ингредиентов, создавая продукты, сочетающие в себе наилучшие органолептические свойства с наиболее оптимальным содержанием полезных веществ.

Современные потребители все чаще ищут альтернативы животным продуктам, что связано с несколькими факторами:

- ♦ забота о здоровье: растительная диета ассоциируется с низким уровнем заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями, диабетом и ожирением;
- ♦ экологические аспекты: производство растительных продуктов, как правило, требует меньше ресурсов и создает меньший углеродный след по сравнению с животноводством;
- ♦ этические соображения: увеличение числа людей, заботящихся о благополучии животных, способствует росту интереса к вегетарианским и веганским продуктам.

В Республике Беларусь особое значение имеет практика полного или частичного отказа от употребления пищи животного происхождения во время поста — религиозно обусловленной традиции, сопряженной с различными духовно-аскетическими практиками. Пост характерен для большинства религиозных конфессий, наиболее распространенных в Беларуси. В частности, в православном церковном календаре около 200 дней отведено на соблюдение постов [1].

В средствах массовой информации довольно широко обсуждается проблема пользы или вреда поста для здоровья. Часто в таком случае люди просто исключают продукты животного происхождения из своего рациона, не меняя его в остальном [2]. Такой рацион становится несбалансированным и может привести к обострению хронических заболеваний.

Исключение из ежедневного рациона питания животной пищи ограничивает поступление в организм человека таких важных для него веществ как полноценные белки, жирорастворимые витамины (А, Д, Е, К) и минеральные вещества (фосфора, кальция, железа и др.) [3, 4].

Для изучения влияния отказа от продуктов животного происхождения на организм человека было проведено исследование на лабораторных животных, что позволило спрогнозировать возможные позитивные или негативные последствия растительной диеты.

Был смоделирован примерный рацион питания при соблюдении поста. Рацион питания человека во время строгого поста представлен в основном следующими группами пищевых продуктов растительного происхождения: зерномучными и кондитерскими, плодоовощными и вкусовыми товарами, растительными маслами [5]. Продукты, каждой из указанных групп вносят определенный вклад в пищевую ценность суточного рациона человека. Следует отметить, что постный рацион питания смещается в сторону углеводов, при этом у человека ощущается явная нехватка белков [6]. Такой рацион получил название высокоуглеводного, поскольку содержание в нем углеводов значительно превышало содержание белков и жиров.

Известно, что альтернативой животного белка являются крупы и бобовые: фасоль, горох, нут, чечевица. Анализ данных биотехнологического потенциала и пищевой ценности бобовых и круп показал, что они могут быть использованы в качестве сырья для создания вегетарианских продуктов функционального назначения. Все вышесказанное послужило обоснованием для разработки рецептуры нового пищевого продукта на основе растительных компонентов — котлет из гороха и пшена. Поскольку стандартный рацион питания во время поста характеризуется нехваткой белка, было принято решение обогатить продукт растительным белком. Для обогащения был выбран соевый белок, как наиболее близкий по аминокислотному составу к идеальному белку по ФАО/ВОЗ. Для апробации и сравнительной оценки физиологических эффектов потребления разработанных рецептур был проведен эксперимент *in vivo*.

Цель исследования — сравнительная оценка функционального состояния лабораторных животных при потреблении двух вегетарианских (постных) продуктов и высокоуглеводной вегетарианской диеты.

Объекты и методы исследования. Эксперименты проводили на самцах крыс линии Wistar с первоначальной массой 200 ± 20 г. Животные были разделены на 4 экспериментальные группы по 8 крыс. Крысы первой группы являлись контрольными (далее — «Контроль») и ежедневно имели неограниченный доступ к стандартному полнорационному сухому корму для лабораторных грызунов, который не содержал продуктов животного происхождения. Крысы второй, третьей и четвертой групп в дополнение к комбикорму получали ежедневно три различные гомогенизированные смеси: во второй группе — фарш для приготовления котлет из пшена и гороха с семенами подсолнечника и грецким орехом (далее — «Продукт»), фарш для приготовления котлет из пшена и гороха с семенами подсолнечника и грецким орехом, обогащенный растительным белком (далее — «Обогащенный продукт»), и смесь для высокоуглеводного рациона (далее — «Углеводная диета») (таблица 1).

Смеси хранились в замороженном виде и выдавались крысам ежедневно из расчета 130 г продукта, 130 г обогащенного продукта или 105 г углеводной диеты соответственно, из расчета 50% по ожидаемой калорийности и при этом также имели неограниченный доступ к стандартному комбикорму. Разные количества выдачи обусловлены существенным различием смесей в энергетической ценности (таблица 2). Кроме того, крысы всех групп имели постоянный свободный доступ к воде.

Учитывая то, что комбикорм в сравнении с исследуемыми смесями содержал значительно меньшее количество влаги, дополнительно были проанализированы доли белков, жиров и углеводов в общей калорийности комбикорма и смесей (рисунок 1).

Таблица 1. Состав смесей, используемых в эксперименте
Table 1. Composition of mixtures used in the experiment

Названия используемых смесей и их состав					
Продукт		Обогащенный продукт		Углеводная диета	
ингредиент	г/100 г	ингредиент	г/100 г	ингредиент	г/100 г
Пшено отварное	10	Пшено отварное	9	Батон	30
Горох отварной	67	Горох отварной	66	Печенье постное	10
Семена подсолнечника	9	Семена подсолнечника	8	Варенье из клубники	10
Орех грецкий	8	Орех грецкий	7	Хлеб постный	10
Крахмал	5	Протеин соевый	10	Сахар	7
				Макароны отварные	20
				Масло растительное	3
				Картофель отварной	10

Таблица 2. Пищевая и энергетическая ценность стандартного комбикорма и исследуемых смесей
Table 2. Nutritional and energy value of standard rat chow and the studied mixtures

Пищевая и энергетическая ценность на 100 г	Комбикорм	Продукт	Обогащенный продукт	Углеводная диета
Белки, г	20,81	10,7	17,7	5,2
Жиры, г	5,05	10,6	9,3	6,6
Углеводы, г	46,74	22,00	17,40	49,90
Калорийность, ккал	330	226,3	224,9	279,3

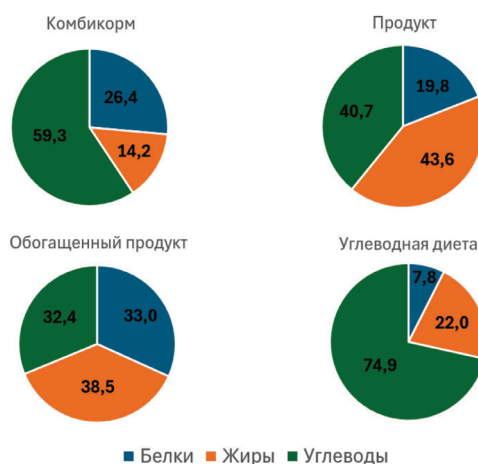


Рис. 1 Доли макронутриентов в общей калорийности для стандартного комбикорма и исследуемых смесей

Fig. 1 The proportion of macronutrients in the total caloric content for standard rat chow and the studied mixtures

Эксперимент продолжали 4 недели (28 суток). Ежедневно измеряли длину и массу тела крыс, рассчитывали индексы массы тела. На 24-е сутки во всех группах проводили тесты на координацию и физическую выносливость. На 29-е сутки животных выводили из эксперимента путем декапитации, собирали кровь для определения биохимических показателей и органы для измерения их удельной массы.

Результаты обрабатывали с помощью программы Statistica 14. Данные представляли в виде среднеарифметической величины и ее ошибки ($M \pm m$) или в виде медианы и квартилей ($Me (Q_{25\%}; Q_{75\%})$). В процессе анализа вывод о статистической значимости делали при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Во всех опытных группах в течение всех 28 суток эксперимента крысы опытных групп съедали весь объем выданных тестируемых продуктов (смесей). Далее в течение суток они потребляли комбикорм без ограничений. Таким

образом не менее 50% калорий они получали за счет исследуемых продуктов. Установлено, что в группах, потреблявших Продукт и Обогащенный продукт, крысы ежесуточно в среднем съедали на 50% меньше комбикорма, чем в контрольной группе (рисунок 2А). Вместе с тем, крысы на высокоуглеводной растительной диете съедали комбикорма лишь на 35% меньше, чем в контроле. Это можно объяснить низкой пищевой ценностью углеводной диеты прежде всего по содержанию белка (таблица 2).

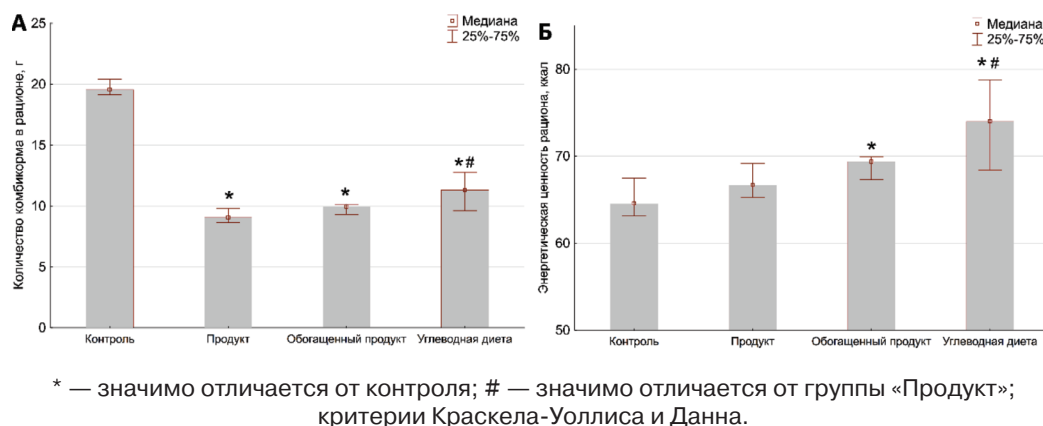


Рис. 2. Суточное количество съедаемого комбикорма (А) и энергетическая ценность суточного рациона (Б) в экспериментальных группах

Fig. 2. Daily amount of consumed rat chow (A) and energy value of the daily ration (B) in the experimental groups

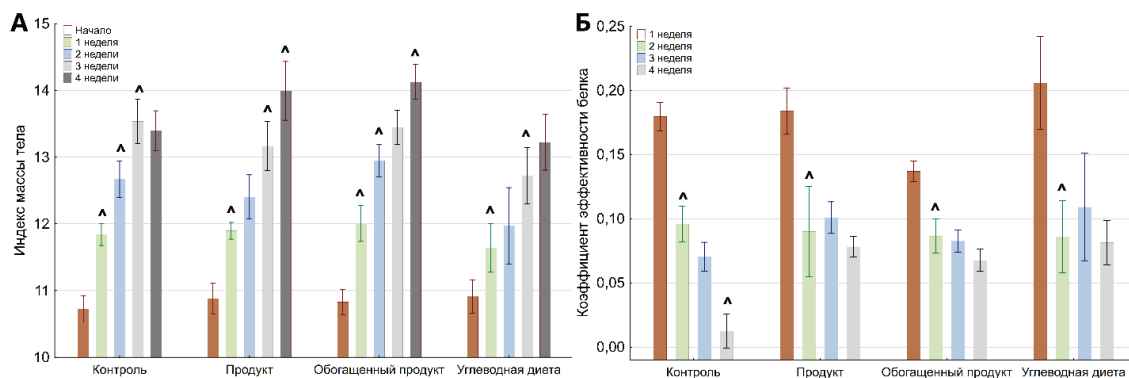
В случае высокоуглеводной диеты животные переждали — общая калорийность их рациона была на 17% выше контрольной группы (рисунок 2Б). В случае потребления Обогащенного продукта также отмечено некоторое увеличение калорийности, однако не столь большое — на 8% к контролю. Это объясняется пищевой ценностью исследуемого обогащенного продукта — более высокое содержание в нем жиров (рисунок 1). Вместе с тем, в этом случае в рационе было наибольшее содержание белка: на 20% больше, чем в контрольной группе, на 40% больше, чем в случае с потреблением необогащенного продукта и в 1,7 раза больше, чем в случае высокоуглеводной диеты.

В условиях высокоуглеводной растительной диеты рацион наиболее существенно отличался от остальных групп. Здесь было наименьшее потребление белков — на 25% меньше контрольной группы и на 40% меньше группы «Обогащенный продукт». Кроме того, в этой группе также было более высоким содержание жиров — на 40% больше контрольной группы.

При анализе динамики биометрических показателей было установлено, что во всех группах отмечался достоверный еженедельный прирост массы в течение первых 3 недель эксперимента. Вместе с тем, после 4-й недели в контрольной группе не было отмечено прироста относительно предыдущей недели, тогда как во всех трех опытных группах он отмечался. Вероятно, это объясняется дополнительной питательной ценностью исследуемых продуктов. При этом анализ основного показателя роста организма у грызунов — длины тела — показал, что в случае потребления обогащенного продукта рост продолжался в течение 3 недель эксперимента, тогда как в остальных группах животные росли только в течение первой недели эксперимента.

Динамика индекса массы тела и коэффициента эффективности белка у крыс представлена на рисунке 3. Индекс массы тела у контрольных животных нарастал только в течение первых трех недель эксперимента (рисунок 3А). Таким образом, к четвертой неделе эксперимента контрольные животные, содержащиеся на стандартной вегетарианской диете, по показателям массы, длины и ИМТ замедляли свой рост, что объясняется достижением ими взрослого возраста. У животных на высокоуглеводной диете картина была в целом такая же, однако индекс массы тела прирастал по неделям неравномерно, что, вероятно, вызвано особенностями их неполноценного рациона. Вместе с тем, в группах крыс, питавшихся исследуемым продуктом или его обогащенном варианте, отмечено увеличение ИМТ до конца эксперимента. В случае обогащенного продукта в совокупности с динамикой показателя длины тела это увеличение может быть опосредовано более продолжительным ростом тела благодаря высокому содержанию белка в рационе. В случае необогащенного продукта ана-

логичного вывода сделать нельзя, так как длина тела крыс в этой группе по динамике не отличалась от контрольных животных.



^ — значимый прирост к предыдущей неделе; дисперсионный анализ и критерий Фишера.

Рис. 3. Динамика индекса массы тела (А) и коэффициента эффективности белка (Б) у крыс различных экспериментальных групп

Fig. 3. Dynamics of body mass index (A) and protein efficiency coefficient (B) in rats of various experimental groups

Анализ динамики КЭБ показал, что у контрольных крыс этот показатель снижался в течение четырех недель эксперимента (рисунок 3Б). Это также подтверждает вывод о том, что в данном возрасте у крыс рост замедляется: все меньшее количество белка используется организмом для роста. Вместе с тем, во всех экспериментальных группах этот показатель снижался только после первой недели эксперимента, оставаясь далее на одном уровне до его окончания. Эти данные можно объяснить дополнительной питательной ценностью исследуемых продуктов, в частности увеличением в рационе разнообразия источников белка.

Результаты анализа позволяют заключить, что высокоуглеводная растительная диета приводит к переяданию и повышению общей калорийности рациона. Несмотря на возможность потреблять более полноценный продукт (стандартный комбикорм), крысы предпочитают высокоуглеводную смесь, что приводит к увеличению в рационе доли углеводов и жиров и уменьшению в нем доли белков. Это приводит к небольшому замедлению роста, что подтверждается некоторым отставанием в индексе массы тела. Потребление в аналогичных условиях исследуемого продукта и его обогащенного растительным белком варианта не приводит к переяданию и существенному увеличению калорийности рациона. Более того, в этом случае, несмотря на существенное содержание жиров в вегетарианском рационе, происходит сохранение процессов роста в течение всего периода эксперимента, что выражается в сохранении динамики массы тела, индекса массы тела и коэффициента эффективности белка.

Оценка мышечной выносливости и координации в условиях содержания на различных рационах. Показатели мышечной координации и физической выносливости у крыс представлены на рисунке 4. Сравнительный анализ результатов стандартного теста на мышечную координацию не обнаружил значимых отличий между животными различных групп (рисунок 4А). Значения в контрольной группе отличались небольшой вариабельностью и составляли 11,9 (4,7; 21,4) с. В группе крыс на высокоуглеводной диете значения были практически такими же — 8,2 (4,3; 18,3) с.

В группе крыс, потреблявших растительный продукт медианные значения были несколько ниже — 5,8 (3,9; 8,9) с. В случае потребления обогащенного белком продукта показатель был, напротив, несколько более высоким — 13,4 (5,8; 25,3) с. Тем не менее, видимые отличия между группами были статистически незначимыми.

Анализ результатов теста на физическую выносливость также не выявил отличий между экспериментальными группами (рисунок 4Б). Контрольные животные плавали в среднем более двух минут — 135 (85; 181) с. В группе крыс, потреблявших фарш без добавления растительного белка показатель в целом, был таким же — 133 (111; 148) с. Отмечена некоторая тенденция к увеличению медианного времени плавания для группы на высокоуглеводной диете — 233 (200; 485) с — и для группы, потреблявшей фарш, обогащенный растительным белком — 178 (112; 900) с. Тем не менее, отличия между группами были также статистически незначимыми.

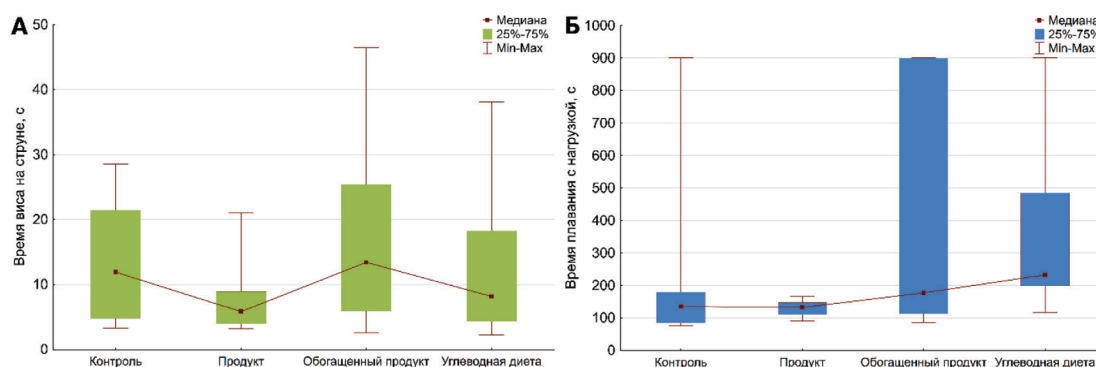


Рис. 4. Показатели мышечной координации (А) и физической выносливости (Б) у крыс различных экспериментальных групп

Fig. 4. The indicators of muscle coordination (А) and physical endurance (Б) in rats of various experimental groups

Таким образом, несмотря на некоторую тенденцию к увеличению мышечной выносливости и координации в случае вегетарианской диеты с включением обогащенного белком продукта или высокоуглеводной диеты, исследованные продукты и рационы на их основе существенно не сказались на этих показателях.

Сравнение индексов висцеральной жировой ткани и внутренних органов при содержании на различных рационах. Приведенные выше результаты, указывающие на повышенную калорийность рациона крыс в условиях высокоуглеводной диеты, а также результаты анализа фактических рационов по содержанию жиров требуют уточнения в части особенностей компонентного состава тела [7]. Так, избыточное количество пищи может приводить к накоплению жировой ткани и в отдаленной перспективе — к алиментарному ожирению и его негативным последствиям, неоднократно описанным в литературе [8-9]. Вместе с тем, даже в условиях нормальной калорийности рациона высокое содержание жира в пище может негативно сказаться на обмене веществ, накоплении жировой ткани, состоянии печени и других внутренних органов [10-11]. Для оценки влияния исследуемых продуктов была проанализирована доля (индекс) внутренних органов и висцеральной жировой ткани у крыс всех четырех экспериментальных групп. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Индексы массы внутренних органов и висцерального жира в различных группах (доля от массы тела в %)

Table 3. Mass indices of organs and visceral fat in different groups (percentage of body weight)

Наименование органов	Контроль	Продукт	Обогащенный продукт	Углеводная диета
Жир	1,43 (1,06; 1,6)	1,86 (1,75; 2,04)*	1,69 (1,63; 1,73)	1,27 (1,21; 1,89)
Сердце	0,36 (0,35; 0,38)	0,37 (0,35; 0,39)	0,36 (0,34; 0,37)	0,38 (0,36; 0,39)
Легкие	0,52 (0,48; 0,56)	0,57 (0,53; 0,61)	0,54 (0,5; 0,58)	0,59 (0,54; 0,62)
Почки	0,67 (0,66; 0,71)	0,61 (0,58; 0,63)*	0,63 (0,61; 0,64)*	0,64 (0,62; 0,65)*
Печень	2,8 (2,68; 3,07)	3,05 (2,95; 3,16)#	2,96 (2,74; 3,03)	2,75 (2,62; 2,83)
Селезенка	0,24 (0,21; 0,26)	0,23 (0,22; 0,25)	0,22 (0,2; 0,24)	0,21 (0,19; 0,23)

* — достоверно к группе контроля;

— достоверно к группе «Углеводная диета»;
критерии Краскела-Уоллиса и Данна.

Анализ данных показал, что индекс жировой ткани относительно контроля был повышен у крыс, потреблявших исследуемый продукт — фарш для приготовления котлет из пшена и гороха с семенами подсолнечника и грецким орехом. Количество внутренностного жира в этой группе было на 30% больше контрольных значений. Такой результат можно объяснить высокой жирностью как самого продукта (рисунок 1), так и рациона на его основе. При этом важно отметить, что накопление жировой ткани не было связано с избыточной калорийностью рациона, так как в этой группе суммарная калорийность рациона не превышала контрольную, а количество потребленного комбикорма составляло приблизительно половину от

контрольных значений. Другими словами, накопление жировой ткани, вероятно, было обусловлено высоким содержанием жиров в рационе, а не систематическим перекармливанием (рисунк 2). Важно отметить, что в группе, получавшей обогащенный растительным белком продукт, увеличение количества жировой ткани не обнаружено, несмотря на несколько более высокую калорийность рациона животных этой группы и высокое содержание жира в рационе. Вероятно, отсутствие выраженного накопления жировой ткани в данном случае обусловлено более высоким содержанием белка в рационе крыс этой группы. В условиях высокоуглеводной вегетарианской диеты также не было обнаружено увеличения количества жировой ткани. Другими словами, перекармливание в данном случае существенно не сказывалось на отложении жира в брюшной полости.

При анализе индексов массы внутренних органов было установлено, что во всех экспериментальных группах масса почек была несколько меньше, чем в контроле — на 4–8%. Обнаруженный эффект скорее всего связан с изменением функциональной активности органа в условиях адаптации к рациону, содержащему новые для организма продукты питания.

В случае группы, потреблявшей исследуемый продукт, небогатый белком, обнаружена также тенденция к увеличению массы печени. Масса печени была на 11% больше аналогичного показателя в группе с высокоуглеводной диетой. Увеличение массы печени также может быть негативным следствием высокого содержания в рационе жиров, что в долгосрочной перспективе может приводить к неалкогольной жировой болезни печени [12–13].

Таким образом, рацион с высоким содержанием исследуемого продукта — фарша для котлет из пшена и гороха с семенами подсолнечника и грецким орехом — приводит к накоплению висцеральной жировой ткани и росту массы печени, что можно объяснить высоким содержанием жира в рационе. В случае обогащенного продукта такая картина не наблюдается, по-видимому, из-за высокого содержания в рационе белков.

Анализ биохимических показателей крови после содержания на различных рационах. На заключительном этапе исследования были проанализированы биохимические показатели в крови крыс различных экспериментальных групп, представленные в таблице 4.

Таблица 4. Биохимические показатели в сыворотке крови животных различных экспериментальных групп
Table 4. Biochemical parameters in blood serum of animals of various experimental groups

Наименование показателей	Контроль	Продукт	Обогащенный продукт	Углеводная диета
Общий белок, г/л	67,1±2,6	67,7±3,6	67,3±3,4	69,7±3,1
Триглицериды, мМ	0,49±0,1	0,59±0,3	0,43±0,1	0,68±0,3&
Общий холестерин, мМ	1,79±0,5	1,87±0,2	1,86±0,3	2,01±0,4
ХС ЛПВП, мМ	0,8±0,2	0,72±0,1	0,8±0,1	0,86±0,2
ХС ЛПНП, мМ	0,19±0,03	0,23±0,05	0,22±0,04	0,29±0,09*#&
ИА	1,25±0,2	1,66±0,5*&	1,32±0,2	1,34±0,3#
Глюкоза, мМ	5,1±0,6	5,8±0,8	5,4±0,5	4,6±0,5#&
АСТ, Ед/л	243,4±38,7	232,5±33,1	262,2±31,3	230,6±28,3
АЛТ, Ед/л	81,4±12,9	97,7±17,8*	93,4±10	70,1±15,2#&
Фосфор, ммоль/л	1,93±0,1	2,08±0,2	2,05±0,2	2,23±0,2*&
Магний, ммоль/л	1,07±0,07	1,09±0,06	1,06±0,04	1,03±0,04
Кальций, ммоль/л	2,15±0,09	2,34±0,09*	2,17±0,1	2,38±0,07*&

* — достоверно к группе контроля;
— достоверно к группе «Продукт»;
& — достоверно к группе «Обогащенный продукт»;
критерии Краскела-Уоллиса и Данна.

Уровень общего белка, общего холестерина, ХС ЛПВП, а также активность АСТ во всех группах значимо не отличались.

В группе с высокоуглеводной диетой уровень ХС ЛПНП был значимо выше по сравнению со всеми остальными группами — в среднем на 35–40%. Кроме того, в этой группе уровень глюкозы в крови был несколько ниже, чем у крыс, потреблявших исследуемые продукты — в среднем на 15–18%. Повышение уровня ХС ЛПНП и снижение уровня глюкозы может свидетельствовать о негативных тенденциях в обмене жиров и углеводов соответственно. Кроме того, в этой группе уровень триглицеридов — еще одного показателя жирового обмена — был значимо выше, чем у крыс, потреблявших обогащенный растительным белком

продукт. В то же время, в случае необогащенного продукта отмечен достоверно более высокий индекс атерогенности по сравнению со всеми остальными группами — в среднем на 24–33%. Кроме того, в этой группе зафиксирована более высокая активность в крови АЛТ — показателя функционального состояния печени. В данном случае он был на 20% выше, чем в контрольной группе и на 39% выше, чем в группе с высокоуглеводным рационом. Эти данные согласуются с описанными выше результатами анализа индекса массы печени в этой группе.

При анализе показателей минерального статуса установлено, что на высокоуглеводной диете у крыс был несколько выше уровень фосфора и кальция по сравнению с контролем — на 15% и 11% соответственно. В случае диеты на основе исследуемого продукта был немного повышен только уровень кальция — на 9% по сравнению с контролем. Эти относительно небольшие отличия, по-видимому, вызваны измененным рационом, а именно появлением в его составе дополнительных источников кальция и фосфора. С другой стороны, повышение уровня кальция на фоне роста уровня ХС ЛПНП в случае высокоуглеводной диеты и на фоне высокого ИА в случае рациона на основе исследуемого продукта в долгосрочной перспективе может иметь негативные последствия, так как рост этих показателей связан с атеросклеротическим повреждением сосудов, которое может ускоряться в условиях высокой концентрации кальция в крови.

Таким образом, высокоуглеводная диета приводит к негативным изменениям в липидном профиле крови — росту уровня ХС ЛПНП и триглицеридов. На фоне роста концентрации в крови кальция это может в дальнейшем негативно сказаться на состоянии сосудов. Атерогенные изменения сосудов могут быть также следствием длительного потребления исследуемого продукта ввиду высокого содержания в нем жиров. Кроме того, потребление продукта может негативно сказываться на состоянии печени, что согласуется с описанным выше увеличенным индексом ее массы в этой группе. В случае потребления продукта, обогащенного растительным белком, таких изменений отмечено не было, что указывает на то, что рацион на его основе является более сбалансированным.

Заключение. Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что высокоуглеводная растительная диета приводит к переизбытку и повышению общей калорийности рациона. Несмотря на возможность потреблять более полноценный рацион (стандартный комбикорм), крысы предпочитают высокоуглеводную смесь, что приводит к увеличению в рационе доли углеводов и жиров и уменьшению в нем доли белков. Это в свою очередь приводит к небольшому замедлению роста. Кроме того, высокоуглеводная диета приводит к негативным изменениям в липидном профиле крови — росту уровня ХС ЛПНП и триглицеридов. На фоне роста концентрации кальция в крови это может в дальнейшем негативно сказаться на состоянии сосудов.

Потребление в аналогичных условиях исследуемого продукта и его обогащенного растительным белком варианта не приводит к переизбытку и существенному увеличению калорийности рациона. Более того, несмотря на существенное содержание жиров в вегетарианском рационе происходит сохранение процессов роста в течение всего периода эксперимента, что выражается в сохранении динамики массы тела, индекса массы тела и коэффициента эффективности белка. Также в случае потребления необогащенного продукта происходит выраженное накопление висцеральной жировой ткани и увеличение печени. Эти результаты согласуются с результатами биохимического анализа крови — в этой группе отмечается повышенный индекс атерогенности и активность в крови фермента печени аланинаминотрансферазы. Негативные эффекты длительной диеты на основе исследуемого продукта, по-видимому, объясняются высоким содержанием в нем жиров.

В то же время, рацион на основе вегетарианского (постного) продукта, обогащенного растительным белком, не приводит к развитию негативных тенденций, описанных для необогащенного продукта и, в особенности, для высокоуглеводной диеты. Это указывает на то, что рацион на основе такого продукта является более сбалансированным по основным нутриентам и калорийности.

Обнаруженные эффекты трех вегетарианских рационов — в целом негативные в случае высокоуглеводной диеты, смешанные в случае диеты на основе исследуемого продукта и в целом позитивные в случае диеты на основе обогащенного растительным белком продукта — не сказываются на физической выносливости и мышечной координации, что, вероятно, связано с коротким сроком применения рационов. Вместе с тем, более длительные сроки могут привести к более существенным изменениям в функциональном состоянии организма, которые скажутся на его работоспособности и резистентности к патологическим процессам.

Полученные результаты еще раз указывают на необходимость сбалансированного подхода к формированию рациона по соотношению белков, жиров и углеводов, что особенно актуально в условиях соблюдения поста или при растительном питании. Наиболее важным в рационе является соотношение белков и жиров, так как обогащенный белком новый вегетарианский (постный) продукт показал в совокупности наиболее хорошие результаты в ходе эксперимента.

Список использованных источников

1. Республика Беларусь — многоконфессиональное государство, в котором отсутствуют религиозные конфликты. — URL: <https://president.gov.by/ru/belarus/society/religia> (дата обращения: 30.01.2025).
2. Nutritional Status and the Influence of the Vegan Diet on the Gut Microbiota and Human Health / H. Sakkas [и др.] // *Medicina* (Kaunas). — 2020. — Т. 56, — №2. — С. 88.
3. Николаева М. А. Особенности здорового питания во время поста / М. А. Николаева // *Сибирский торгово-экономический журнал* № 1 (19), 2014. — С.107-110.
4. Новикова, М. В. Особенности составления меню в пост / М. В. Новикова, В. В. Галицкий // *Сервис в России и за рубежом*. — 2013. — № 5 (43). — С. 89-95.
5. Дудник, Т. Л. Питание в дни православного поста / Т. Л. Дудник // *Современные проблемы сервиса и туризма*. — 2009. — № 4. — С. 46-55.
6. Ефимова, С. В. Проблемы питания верующих в условиях глобального общества / С. В. Ефимова // *Вести МАНЭБ в Омской области*. — 2015. — № 2 (7). — С. 36-38.
7. Ngakou Mukam, J. Early-induced diabetic obese rat MACAPOS 2 / J. Ngakou Mukam C. Mvongo, S. Nkoubat [и др.] // *BMC Endocr Disord*. — 2023. — Т. 23, № 1. — С. 64.
8. Valenzuela, P. L. Obesity and the risk of cardiometabolic diseases / P. L. Valenzuela [и др.] // *Nat Rev Cardiol*. — 2023. — Т. 20, — № 7. — С. 475-494.
9. Puljiz, Z. Obesity, Gut Microbiota, and Metabolome: From Pathophysiology to Nutritional Interventions / Z. Puljiz [и др.] // *Nutrients*. — 2023. — Т. 15, — № 10. — С. 2236.
10. Jura, M. Obesity and related consequences to ageing / M. Jura, L. P. Kozak // *Age (Dordr)*. — 2016. — Т. 38, — № 1. — С. 23.
11. Rabijewski, M. Male-specific consequences of obesity — functional hypogonadism and fertility disorders / M. Rabijewski // *Endokrynol Pol*. — 2023. — Т. 74, — № 5. — С. 480-489.
12. Lian, C.-Y. High fat diet-triggered non-alcoholic fatty liver disease: A review of proposed mechanisms / C.-Y. Lian [и др.] // *Chem Biol Interact*. — 2020. — Т. 330. — С. 109-199.
13. Pouwels, S. Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): a review of pathophysiology, clinical management and effects of weight loss / S. Pouwels [и др.] // *BMC Endocr Disord*. — 2022. — Т. 22, — № 1. — С. 63.

Информация об авторах

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

E-mail: pochitskaja@yandex.ru

Мелик-Касумов Тигран Бегларович, кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией физиологии питания и спорта Институт физиологии НАН Беларуси (ул. Академическая, 28, 220072, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: tigranbmk@gmail.com

Чекун Ольга Владимировна, младший научный сотрудник лаборатории токсикологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: olkalagodich@gmail.com

Information about the authors

Pochitskaya Irina Mikhailovna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher — Head of Research Sector of the Republican Control and Testing Complex for Food Quality and Safety of the 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: pochitskaja@yandex.ru

Melik-Kasumov Tigran Beglyarovich, candidate of biological sciences, associate professor, head of the laboratory of physiology of nutrition and sport, Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus (28, Akademichnaya St., 220072, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: tigranbmk@gmail.com

Chekun Olga Vladimirovna, junior research assistant of the toxicological research laboratory Republican Control and Testing Complex for Quality and Safety of Food Products 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: olkalagodich@gmail.com

УДК 637.136.5:637.123

Поступила в редакцию 27.05.2025
Received 27.05.2025¹Д. С. Лозовская, ²О. В. Дымар¹*Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь*²*Представительство АО «МЕГА» (Чешская Республика),
г. Минск, Республика Беларусь*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ МОЛОЗИВА

Аннотация. Развитие продовольственного сегмента в настоящее время базируется на поиске альтернативных традиционным видов сырьевых ресурсов, которые бы содержали в себе компоненты, позволяющие получать продукты повышенной пищевой и биологической ценности без искусственного их введения. Состав и свойства коровьего молозива позволяют предложить его переработчикам в качестве сырья для производства отдельных видов пищевых продуктов, например ферментированных (кисломолочных), отличающихся общеизвестным положительным воздействием на организм человека.

Производство ферментированных продуктов из молозива является актуальным направлением в развитии молокоперерабатывающей отрасли. В статье впервые разработаны технологии производства ферментированных пищевых продуктов из молозива с указанием параметров технологических операций, обеспечивающие получение наименований повышенной биологической ценности и функциональной направленности, соответствующих по качественным характеристикам аналогичным продуктам из цельного молока. Установлено, что разработанные технологии позволяют получать продукты с хранимоспособностью не менее 20 сут.

Ключевые слова: молозиво, переработка, ферментирование, технология, напитки, продукт, мягкий сыр, хранимоспособность.

¹D. S. Lozovskaya, ²O. V. Dymar¹*Education Institute Grodno state agrarian University, Grodno, Republic of Belarus*²*Representative of MEGA a.s. (Czech Republic) in Republic of Belarus*

DEFINITION AND JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS FOR COLOSTRUM PROCESSING

Abstract. The development of the food segment is currently based on the search for alternative traditional types of raw materials that would contain components that allow obtaining products of increased nutritional and biological value without their artificial introduction. The composition and properties of cow colostrum allow it to be offered to processors as raw material for the production of certain types of food products, such as fermented (fermented milk) products, which are distinguished by their well-known positive effect on the human body. This determined the purpose of the research. The scientific task is to develop step-by-step schemes for the production of fermented products from colostrum and to test them.

The production of fermented products from colostrum is a relevant direction in the development of the milk processing industry. In the article for the first time, technologies have been developed for the production of fermented food products from colostrum, indicating the parameters of technological operations, ensuring the production of products with increased biological value and functional focus, corresponding in quality characteristics to similar products made from whole milk. It has been established that the developed technologies make it possible to obtain products with a shelf life of at least 20 days.

Keywords: colostrum, processing, fermentation, technology beverages, product, soft cheese, storage.

Введение. В настоящее время перед мировой, и в частности белорусской молочной отраслью, стоит задача комплексного использования сырья, поиска его новых видов, расширения ассортимента готовой продукции. Издание DairyReporter на основании анализа ситуации на потребительском рынке определило современные направления в развитии молокопереработки: повышенная пищевая и биологическая ценность выпускаемых продуктов, функциональность, ориентированность на отдельные социальные группы [1].

За последние десятилетия накоплен значительный опыт по переработке полученного из молока побочного сырья — обезжиренного молока, сыворотки и пахты. Внедрение современных методов переработки, в том числе баромембранных, позволило перевести вторичное молочное сырье из плоскости «корм» в плоскость «ценное пищевое сырье» [2-4]. Сегодня они перерабатываются и используются на предприятиях республики практически полностью, что позволяет получать на их основе продукты с высокой добавленной стоимостью, а также снизить отрицательное воздействие на экологию страны.

Вместе с тем решение выше обозначенных задач невозможно без поиска и вовлечения в переработку новых видов сырьевых ресурсов. Особенности состава и свойств позволяют предложить переработчикам в качестве дополнительного вида сырья коровье молозиво.

Молозиво — это биологическая жидкость, выделяемая молочными железами самки млекопитающих незадолго до родов (отела) и в первые 3-7 дней лактационного периода, предназначенная для вскармливания потомства [5-17]. Его состав и свойства значительно отличается от секрета молочной железы в остальной период лактации. В этой связи его отделяют от молока-сырья (нормального, обычного, зрелого, цельного молока), которое представляет собой продукт нормальной физиологической секреции молочных желез сельскохозяйственных животных, полученный от одного или нескольких животных в период лактации при одном и более доении, без каких-либо добавлений к этому продукту или извлечений каких-либо веществ из него [18].

Молозиво представляет собой многокомпонентную, полифункциональную субстанцию, значительно отличающуюся по составу и свойствам от цельного молока. Сравнительный химический состав молозива и цельного молока по данным А. Тепел приведен в табл. 1 [19].

Таблица 1. Сравнительная характеристика химического состава различного молочного сырья (по А. Тепел, 2012)

Table 1. Comparative characteristics of the chemical composition of various dairy raw materials (according to A. Tepel, 2012)

Наименование компонента	Содержание компонента, %	
	молоко	молозиво
Сухие вещества	12-14	18-25
Лактоза	4-6	2,0-3,5
Жир	3,0-5,2	4,0-6,0
Казеин	2,8-3,5	2,5-3,4
Сывороточные белки	0,5-0,6	10,0-12,0
Натрий	0,05	0,07
Хлорид	0,1	0,12
Фосфат	0,2	0,23
Кальций	0,12	0,25
Кислотность, °Т	15,0-18,5	25,0-37,5
Плотность, г/см ³	1,025-1,032	1,033-1,094

Содержание сухих веществ в нем колеблется от 18-25 %, из них 10-12 % приходится на белок, 6,5 % — на жир [19-21]. По данным исследователей (Инихова Г. С., Зайковского Я. С. и др.) в молозиве, по сравнению с обычным молоком, в 1,5 раза выше содержание жира и минеральных веществ (в золе): кальция — 0,15 %, магния — 0,013 %, калия — 0,145 %, натрия — 0,05 %, фосфора — 0,137 %, хлоридов — 0,102 %. Также в нем содержится больше каротина — 100 мкг%, витамина А — 50-52 мкг%, витаминов группы В, D, E, C, пантотеновой кислоты — 198 мкг%, никотиновой кислоты — 77 мкг% [22, 23].

В молозиве содержатся ценные биологически активные вещества: интерферон, иммуноглобулины, полипептид с высоким содержанием пролина, регулирующий иммунную систему, инсулиноподобный гормон, фактор, замедляющий старение, вещества с кортизоноподобными свойствами, ростовой фактор, ферменты, липиды, олиго- и полисахариды [20].

Клинические испытания коммерческих продуктов из молозива подтвердили их положительный эффект в лечении желудочно-кишечных заболеваний, обусловленных СПИДом, и в лечении хронической диареи. При этом наблюдается повышение пищевого и иммунологического статуса пациентов [24]. Потребление молозива или отдельных его компонентов оказывает лечебное, нормализующее или профилактическое воздействие при респираторных, сердечно-сосудистых заболеваниях, при нарушениях метаболизма, аутоиммунных состояниях и ослаблении работоспособности. При этом в работах Fox A. и Kleinsmith A. подчеркивается, что для использования молозива в пищу нет противопоказаний [25].

Попытки изучения молозива и получения из него пищевых продуктов предпринимались давно и по данному направлению были достигнуты определенные успехи [5, 6, 7, 26]. Тем не менее, в настоящее время переработка молозива ограничивается в основном извлечением из него отдельных компонентов (сывороточных белков, иммуноглобулинов и др.) и производством на их основе биологически активных добавок и фармакологических препаратов. Вместе с тем, его уникальный состав и польза для организма обуславливают необходимость организации промышленного производства на его основе продуктов массового потребления.

Особую значимость в рационе питания человека занимают кисломолочные (ферментированные) продукты. Они в полной мере содержат в себе все ценные вещества (витамины, минералы, белки, жиры), которые присутствуют в исходном сырье (молоке, пахте и др.). При систематическом употреблении данные продукты улучшают метаболизм, нормализуют моторную функцию кишечника. Микрофлора, входящая в состав кисломолочных продуктов, оказывают положительный физиологический эффект на систему пищеварения человека, так как угнетает патогенные микроорганизмы, вызывающие различные заболевания [8].

В связи с этим, целью исследований явилась разработка технологии производства ферментированных продуктов из молозива.

Научная задача — определение последовательности и параметров технологических операций производства ферментированных продуктов из молозива, апробация разработанной технологии, определение качественных характеристик и хранимоспособности полученных продуктов и, как следствие, обоснование возможности его промышленной переработки в продукты массового потребления.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований явилась технология производства ферментированных продуктов из сборного молозива, полученного от коров белорусской черно-пестрой породы УО СПК «Путришки» в период от 72 до 168 часов после отела, а также образцы ферментированных продуктов — напитков и продукта пищевого по технологии мягкого сыра, выработанные из сборного сырья по разработанной технологии. В качестве контрольных образцов выступали образцы аналогичных продуктов, полученные из коровьего молока высшего сорта.

Исследование ферментированных продуктов, полученных из сборного молозива и цельного молока, проводилось по следующим показателям:

- ♦ органолептическая оценка вкуса и запаха — сенсорным методом, оценка цвета, консистенции и внешнего вида — визуально;
- ♦ массовая доля сухих веществ, % — по ГОСТ 3626-76, п.3;
- ♦ массовая доля жира, % — по ГОСТ 5867-90, п.2;
- ♦ массовая доля общего белка, % — согласно СТБ ISO 8968-1-2008;
- ♦ массовая доля сывороточных белков, % — по ГОСТ Р 34536-2019;
- ♦ титруемая кислотность (°T) — по ГОСТ 3624-92;
- ♦ активная кислотность (pH) — по ГОСТ 26781-85.
- ♦ наличие бактерий группы кишечной палочки — по ГОСТ 32901-2014;
- ♦ содержание молочнокислых бактерий (*Lactococcus lactis*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* и др.) — по ГОСТ 10444.11-89.

Результаты исследований и их обсуждение. Ранее проведенные исследования по изучению особенностей операций обработки молозива позволили установить оптимальные режимы базовых технологических операций и на их основании разработать технологическую схему производства ферментированных продуктов из молозива — ферментированных напитков и продукта пищевого по технологии мягкого (рис. 1).

Технологии производства ферментированных продуктов из молозива включают в себя технологическую обработку сырья с использованием установленных режимов: резервирование молозива при температуре $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ не более 24 ч или замораживание при температуре минус $(16\pm 2)^\circ\text{C}$ с последующей дефростацией при температуре не более 50°C ; двукратное сепарирование при температуре 45°C , нормализация по массовой доле жира (смешением); гомогенизация при температуре $(50\pm 2)^\circ\text{C}$ и давлении (13,5-16,0) МПа; пастеризация при

температуре $(92 \pm 1)^\circ\text{C}$ с выдержкой не менее 20 сек в случае выработки ферментированных напитков или $(74 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение (20–25) сек при производстве продукта пищевого по технологии мягкого сыра. При производстве ферментированных напитков после выдержки пастеризованное молозиво охлаждают до температуры ферментирования: $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ — при использовании закваски, приготовленной на кефирных грибах; $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ — при использовании закваски, состоящей из чистых культур лактококков и термофильного стрептококка.

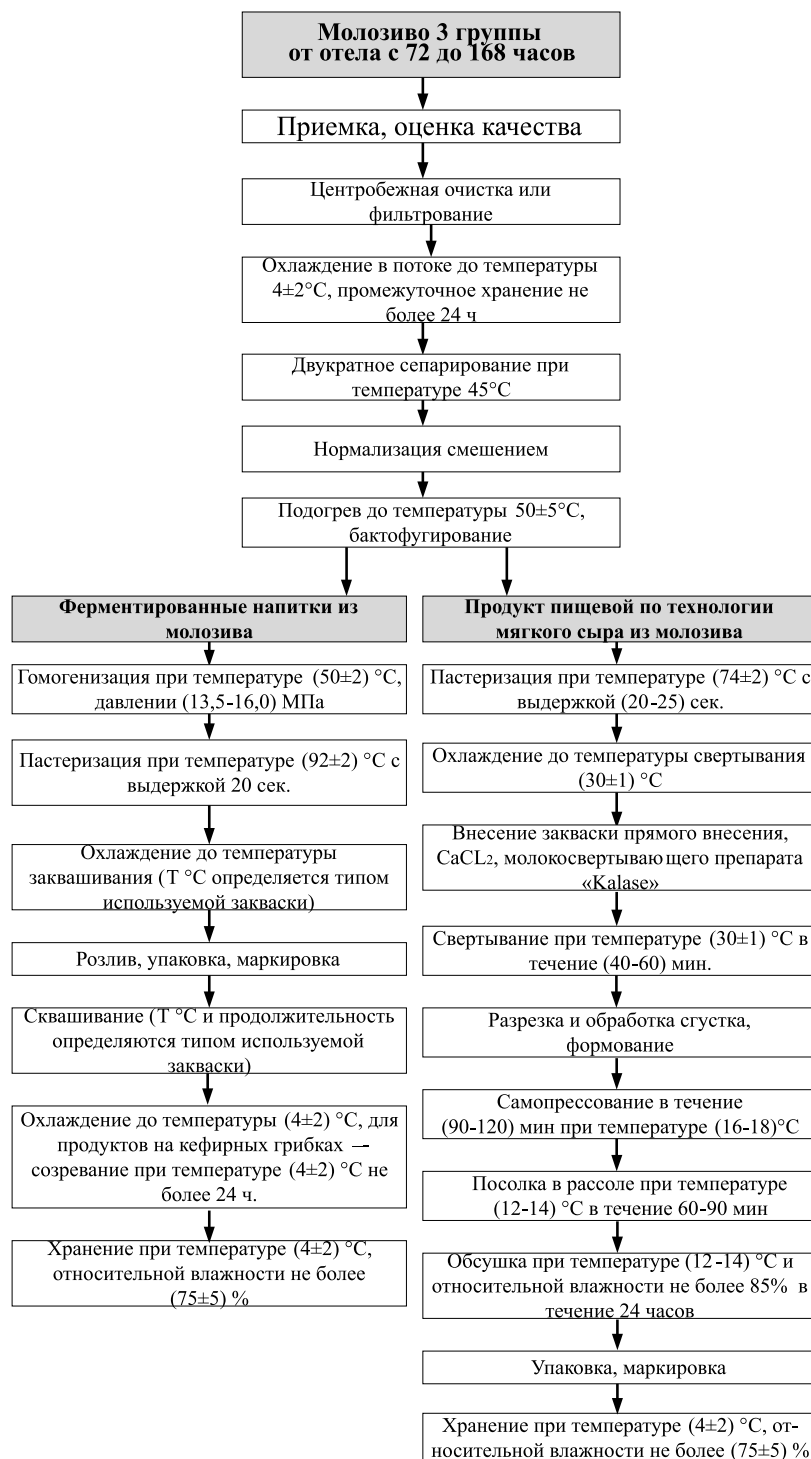


Рис. 1. Общая технологическая схема производства пищевых продуктов из молозива, собранного в период с 72 до 168 часов после отела

Fig. 1. General technological scheme for the production of food products from colostrum collected in the period from 72 to 168 hours after calving

В охлажденное до температуры ферментирования молозиво вносят подготовленные закваски:

- ♦ при температуре $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ производственную закваску, приготовленную на кефирных грибах в количестве $(4 \pm 2) \%$;
- ♦ при температуре $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ сухой бакконцентрат прямого внесения, состоящий из чистых культур лактококков и термофильного стрептококка.

Закваски вносят после подачи молозива в резервуар при включенной мешалке. После заквашивания молозиво перемешивают в течение (15–30) минут и отправляют на розлив. Молозиво после внесения заквасок немедленно разливают в подготовленную упаковку при постоянном перемешивании.

Ферментирование молозива осуществляют при следующих режимах:

- ♦ при температуре $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение (8–12) часов до кислотности сгустка $(85–100)^\circ\text{T}$ при использовании закваски, приготовленной на кефирных грибах;
- ♦ при температуре $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение (4–5) часов до кислотности сгустка $(60–70)^\circ\text{T}$ при использовании закваски, состоящей из чистых культур лактококков и термофильного стрептококка.

С целью апробации разработанных технологий в соответствии с ними были осуществлены опытные выработки ферментированных напитков и пищевого продукта по технологии мягкого сыра из молозива. В качестве контрольных образцов использованы соответствующие продукты из цельного молока, произведенные по тем же технологическим схемам. Полученные по разработанной технологии образцы ферментированных продуктов и пищевого продукта по технологии мягкого сыра на основе молозива, а также соответствующие контрольные образцы из цельного молока исследованы по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Данные по органолептической оценке исследуемых образцов приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Органолептические показатели исследуемых образцов ферментированных напитков
Table 1. Organoleptic characteristics of the studied samples of fermented beverages

Наименование показателя	Характеристика			
	образец №1 (молозиво+ закваска, приготовленная на кефирных грибах)	образец №2 (молоко+ закваска, приготовленная на кефирных грибах)	образец №3 (молозиво+лакто-кокки+термофильный стрептококк)	образец №4 (молоко+лакто-кокки+термо-фильный стрептококк)
Внешний вид и консистенция	Однородная, с ненарушенным сгустком, в меру плотная			
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов, слегка острый		Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	
Цвет	С кремовым оттенком, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе	С кремовым оттенком, равномерный по всей массе	Молочно-белый, равномерный по всей массе

Таблица 2. Органолептические показатели исследуемых образцов пищевого продукта по технологии мягкого сыра из молозива и мягкого сыра из цельного молока
Table 2. Organoleptic characteristics of the studied samples of food products using the technology of soft cheese from colostrum and soft cheese from whole milk

Наименование показателя	Характеристика	
	образец №1 (пищевой продукт по технологии мягкого сыра из молозива)	образец №2 (сыр из цельного молока)
Внешний вид и консистенция	Нежная, однородная, равномерная по всей массе, тесто без рисунка с незначительными пустотами	
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов, в меру соленый	
Цвет	С кремовым оттенком, равномерный по всей массе	От белого со светло-желтого, равномерный по всей массе

Данные табл. 1, 2 показывают, что исследуемые образцы продуктов на основе сборного молозива по органолептическим показателям соответствуют таковым, полученным из цельного молока. Отличие состоит только в цвете — образцы из молозива характеризовались кремовым оттенком.

Результаты анализов исследуемых образцов по физико-химическим показателям приведены в табл. 3, 4.

Таблица 3. Физико-химические показатели исследуемых образцов ферментированных напитков
Table 3. Physicochemical parameters of the studied samples of fermented beverages

Наименование показателя	Характеристика показателя			
	образец №1 (молозиво+закваска, приготовленная на кефирных грибах)	образец №2 (молоко+закваска, приготовленная на кефирных грибах)	образец №3 (молозиво+ лактококки+ термофильный стрептококк)	образец №4 (молоко+лактококки+ термо-фильный стрептококк)
Массовая доля жира, %	3,94±0,08	3,65±0,04	3,82±0,06	3,57±0,02
Массовая доля сухих веществ, %	13,26±0,25	12,51±0,08	13,07±0,25	12,49±0,05
Массовая доля общего белка, %	3,61±0,02	3,15±0,03	3,73±0,03	3,23±0,05
Массовая доля сывороточных белков, %	0,83±0,02	0,51±0,01	0,78±0,03	0,42±0,01
Кислотность, °Т	104,60±1,24	92,40±1,13	96,51±1,19	89,24±1,26

Анализ данных табл. 3 показывает, что образцы ферментированных напитков из цельного молока соответствуют требованиям нормативных документов на продукты, произведенные с использованием соответствующих заквасочных культур [28, 29]. В образцах, полученных из сборного молозива, собранного в период с 72 до 168 часов после отела, массовая доля сывороточных белков практически более чем в 1,5 раза выше, чем в соответствующих продуктах из цельного молока, что свидетельствует о повышенной пищевой и биологической ценности ферментированных образцов из молозива. По показателю титруемой кислотности все исследуемые образцы из цельного молока соответствовали требованиям нормативных документов на соответствующие заквасочные культуры, а образцы из молозива характеризовались более высокими значениями, что может быть обусловлено более высокой кислотностью исходного молозива в сравнении с цельным молоком.

Таблица 4. Физико-химические показатели исследуемых образцов
пищевого продукта по технологии мягкого сыра из молозива
и мягкого сыра из цельного молока

Table 4. Physicochemical parameters of the studied samples of food
product using the technology of soft cheese from colostrum
and soft cheese from whole milk

Наименование показателя	Характеристика показателя	
	образец №1 (пищевой продукт по технологии мягкого сыра из молозива)	образец №2 (мягкий сыр из цельного молока)
Массовая доля жира, %	42,8±0,07	41,3±0,04
Массовая доля влаги, %	56,4±0,07	58,2±0,01
Массовая доля общего белка, %	18,33±0,08	16,21±0,06
pH	3,1±1,24	3,4±0,04

Результаты исследований образцов пищевых продуктов по технологии мягкого сыра, приведенные в табл. 4, показывают, что они по качественным характеристикам так же соответствуют требованиям, предъявляемым к данной производственной группе [30]. При этом необходимо отметить, что у продукта, произведенного из молозива, показатель pH на 1 единицу ниже, чем у такового из цельного молока, что может быть обусловлено более высоким показателем кислотности молозива, используемого для его выработки.

Данные микробиологических исследований исследуемых образцов продуктов из молозива и цельного молока приведены в табл. 5.

Таблица 5. Результаты учета колоний молочнокислых бактерий и наличие БГКП
Table 5. Results of the count of colonies of lactic acid bacteria and the presence of coliform bacteria

Образцы ферментированных продуктов	Молочнокислые бактерии, КОЕ/см ³	Объем продукта, в котором отсутствовали БГКП (колиформы), см ³
Образец №1 (молозиво+закваска, приготовленная на кефирных грибах)	$4,2 \times 10^8$	0,01
Образец №2 (молоко+закваска, приготовленная на кефирных грибах)	$3,9 \times 10^8$	0,01
Образец №3 (молозиво+лактококки+термофильный стрептококк)	$2,1 \times 10^9$	0,01
Образец №4 (молоко+лактококки+термофильный стрептококк)	$6,8 \times 10^8$	0,01
Образец №1 (пищевой продукт из молозива по технологии мягкого сыра)	-	0,001
Образец №2 (мягкий сыр из цельного молока)	-	0,001

Полученные результаты показали, что в выработанных образцах ферментированных напитков и пищевых продуктов по технологии мягкого сыра отсутствовали БГКП. Также установлено, что в образце №1 (молозиво+закваска, приготовленная на кефирных грибах) содержание молочнокислых микроорганизмов составило $4,2 \times 10^8$ КОЕ/см³, в образце №2 (молоко+закваска, приготовленная на кефирных грибах) — $3,9 \times 10^8$ КОЕ/см³, в третьем образце (молозиво+лактококки+термофильный стрептококк) — $2,1 \times 10^9$ КОЕ/см³, а в образце №4 — $6,8 \times 10^8$ КОЕ/см³. Полученные результаты свидетельствуют о развитии микрофлоры закваски при ферментировании молозива. Образцы ферментированных продуктов из молозива, а также соответствующие образцы из цельного молока, с целью изучения их хранимостепособности были исследованы спустя 20 суток с момента их выработки по основным качественным характеристикам — органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям.

Образцы ферментированных продуктов из молозива, а также соответствующие образцы из цельного молока, с целью изучения их хранимостепособности были исследованы спустя 20 суток с момента их выработки по основным качественным характеристикам — органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Хранение образцов осуществлялось при стандартных для данных производственных групп режимах, применяемых в молочной промышленности, — температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, относительной влажности $(75 \pm 5)\%$.

В результате исследований установлено, что образцы продуктов на основе сборного молозива спустя 20 суток по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим характеристикам соответствуют таковым, полученным из цельного молока. При этом значения исследуемых показателей в образцах как из молозива, так и из цельного молока за указанный период не претерпевают значительных изменений. Исключение составляет показатель титруемой кислотности в ферментированных напитках, который незначительно увеличился в продуктах обеих групп, но при этом не превышал значение предельной кислотности для соответствующих заквасочных микроорганизмов. Также необходимо отметить снижение в напитках обеих групп титра молочнокислых бактерий. Однако их количество в конце исследуемого периода превышало нормируемое, равное не менее 1×10^7 КОЕ/см³.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что полученные образцы ферментированных напитков и пищевого продукта по технологии мягкого сыра из молозива по микробиологическим показателям являются безопасными, полученными с соблюдением правил санитарии и гигиены, а наличие в напитках живых культур молочнокислых бактерий делает их натуральными кисломолочными продуктами с функциональными свойствами. Хранение ферментированных продуктов из молозива при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(75 \pm 5)\%$ не приводит к ухудшению их качественных характеристик и подтверждает способность к длительному хранению.

Заключение. Уникальный состав и положительное воздействие на организм человека делают коровье молозиво перспективным сырьевым ресурсом для пищевых предприятий. Выпуск на его основе продуктов массового потребления позволит переработчикам расширить ассортимент готовой продукции повышенной биологической ценности, обладающей функциональными свойствами.

Разработанная технология производства ферментированных напитков и пищевого продукта по технологии мягкого сыра из молозива, полученного в период от 72 до 168 часов после отела, обеспечивает получение продукции повышенной биологической ценности, соответствующей по качественным показателям аналогичным продуктам из цельного молока, сохраняющей свои качественные характеристики при температуре $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажности $(75\pm 5)\%$ в течение 20 суток.

Применение разработанной технологии позволит молокоперерабатывающим предприятиям Республики Беларусь расширить перечень используемого сырья и готовой продукции, отличающейся повышенной биологической ценностью, что, в свою очередь, будет способствовать росту экономической эффективности производства, увеличению круга потенциальных потребителей и поиску новых рынков сбыта.

Список использованных источников

1. Актуальные тренды мировой молочной индустрии в 2025 году [Электронный ресурс] // Produkt.by. — Режим доступа: <https://produkt.by/storys/marketing/aktualnye-trendy-mirovoy-molochnoy-industrii-v-2025-godu/>. — Дата доступа: 12.05.2025.
2. Храмов, А. Г. Переработка и использование молочной сыворотки : технологическая тетрадь / А. Г. Храмов, В. А. Павлов, П. Г. Нестеренко — М. : Росагропромиздат, 1989. — С. 271.
3. Технология производства молочных продуктов : справочник / Тетра Пак. — М. : Тетра Пак, 1995. — С. 440.
4. Дымар, О. В. Методы выделения белков молочной сыворотки / О. В. Дымар, Е. Е. Ныркова, Е. Д. Шегидевич // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию, Ин-т мясо-молоч. пром-сти. — Минск, 2012. — Вып. 7. — С. 82–91.
5. Godhia, M. L. Colostrum — its composition, benefits as a nutraceutical: review / M. L. Godhia, N. Patel // Current Research in Nutrition a. Food Science J. — 2013. — Vol. 1, № 1. — P. 37–47.
6. Influence of breed, parity and food intake on chemical composition of first colostrum in cow / S. Zarcula [et al.] // Sci. Papers Animal Science a. Biotechnologies. — 2010. — Vol. 43, № 1. — P. 154–157.
7. Georgiev, I. P. Differences in chemical composition between cow colostrum and milk / I. P. Georgiev // Bulg. J. of Veterinary Medicine. — 2008. — Vol. 11, № 1. — P. 3–12.
8. Горбатова, К. К. Химия и физика молока и молочных продуктов : учебник / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова ; под общ. ред. К. К. Горбатовой. — СПб. : ГИОРД, 2012. — 336 с.
9. Самбуров, Н. В. Молозиво коров его состав и биологические свойства / Н. В. Самбуров, И. Л. Палаус // Вестн. Кур. гос. с.-х. акад. — 2014. — № 4. — С. 59–61.
10. Ростова, Н. Ю. Физико-химические свойства молозива новотельных коров разных генотипов / Н. Ю. Ростова, А. П. Жуков // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. — 2012. — № 1. — С. 106–109.
11. Levieux, D. Bovine immunoglobulin g, beta-lactoglobulin, alpha-lactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post partum period / D. Levieux, A. Ollier // The J. of Dairy Research. — 1999. — Vol. 66, № 3. — P. 421–430.
12. Concentrations of sialyloligosaccharides in bovine colostrum and milk during the prepartum and early lactation / T. Nakamura [et al.] // J. of Dairy Science. — 2003. — Vol. 86, № 4. — P. 1315–1320.
13. Playford, R. J. Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders / R. J. Playford, C. E. MacDonald, W. S. Johnson // The Amer. J. of Clinical Nutrition. — 2000. — Vol. 72, № 1. — P. 5–14.
14. Foley, J. A. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: a review / J. A. Foley, D. E. Otterby // J. of Dairy Science. — 1978. — Vol. 61, № 8. — P. 1033–1060.
15. Gopal, P. K. Oligosaccharides and glycoconjugates in bovine milk and colostrum / P. K. Gopal, H. S. Gill // The Brit. J. of Nutrition. — 2000. — Vol. 84, № 1. — P. 69–74.
16. The safety of New Zealand bovine colostrum: nutritional and physiological evaluation in rats / P. F. Davis [et al.] // Food a. Chem. Toxicology. — 2007. — Vol. 45, № 2. — P. 229–236.
17. Comparative proteomic analysis of changes in the bovine whey proteome during the transition from colostrum to milk / L. Y. Zhang [et al.] // Asian-Australasian J. of Animal Sciences. — 2011. — Vol. 24, № 2. — P. 272–278.
18. О безопасности молока и молочной продукции : ТР ТС 033/2013 : принят 09.10.13 : вступ. в силу 01.05.14 / Евраз. экон. комис. — Минск : Госстандарт, 2013. — 92 с.
19. Тепел, А. Химия и физика молока / А. Тепел ; пер. с нем. С. А. Фильчаковой. — СПб. : Профессия, 2012. — С. 831.
20. Влияние сублимационного обезвоживания на свойства лиофилизированного молозива при хранении / Н. А. Ерофеева [и др.] // Ветеринарно-санитарные аспекты качества и безопасности сельскохозяй-

- ственной продукции : материалы I-й междунар. конф., Воронеж, 26–27 нояб. 2015 г. / Воронеж. гос. аграр. ун-т ; редкол.: А. В. Аристов [и др.]. — Воронеж, 2015. — С. 238–240.
21. Мишанин, Ю. Ф. Молозиво как возможный компонент для геродиетического и детского питания / Ю. Ф. Мишанин, В. В. Запашный, А. Ю. Мишанин // Изв. высш. учеб. заведений. Сер. Пищевая технология. — 2004. — № 2–3. — С. 128.
 22. Инихов, Г. С. Химия и бактериология молока и молочных продуктов / Г. С. Инихов, С. А. Королев. — Вологда : Северосоюз, 1923. — 144 с. — (Справочник по вопросам молочного хозяйства ; вып. 1).
 23. Зайковский, Я. С. Химия и физика молока и молочных продуктов : учеб. пособие / Я. С. Зайковский. — 2-е изд., испр. и доп. — М. ; Л. : Пищепромиздат, 1938. — 420 с.
 24. Elfstrand, L. Management of chronic diarrhea in HIV-infected patients: current treatment options, challenges and future directions / L. Elfstrand, C.H. Florén // HIV/AIDS. — 2010. — Vol. 2. — P. 219–224.
 25. Fox, A. Scientific and medical research related to bovine colostrum: its relationship and use in the treatment of disease in humans [Electronic resource] : selected published abstr. / A. Fox, A. Kleinsmith // Ishita Pharma. — Mode of access: <http://www.ishitapharma.com/COLOSTRUM%20RESEARCH1.pdf>. — Date of access: 17.10.2023.
 26. Мустафаев, С. К. Перспективы использования молозивного масла в технологии производства мясорастительных продуктов / С. К. Мустафаев, Ю. Ф. Мишанин // Изв. высш. учеб. заведений. Сер. Пищевая технология. — 2006. — № 5. — С. 85.
 27. Сироткин, В. И. Выращивание телят: нормированное кормление, системы содержания / В. И. Сироткин. — М. : Россельхозиздат, 1987. — С. 125.
 28. Кефир. Общие технические условия : СТБ 970-2017. — Введ. 20.03.17 (с отменой на территории РБ СТБ 970-2007). — Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. — С. 11.
 29. Продукты кисломолочные. Общие технические условия : СТБ 2206-2017. — Введ. 31.07.17 (с отменой на территории РБ СТБ 2206-2011) — Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. — 10 с.
 30. Сыры мягкие. Общие технические условия : СТБ 2190-2017. — Введ. 11.04.17 (с отменой на территории РБ СТБ 2190-2011). — Минск : Госстандарт, 2017. — 14 с.

Информация об авторах

Лозовская Диана Сергеевна, старший преподаватель кафедры технологии хранения и переработки животного сырья, учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет» (ул. Терешковой, 18, 230008, г. Гродно, Республика Беларусь).

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

Дымар Олег Викторович, доктор технических наук, профессор, технический директор представительства АО «МЕГА» в Республике Беларусь (пр-т. Партизанский, 172, офис 501, 220075, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: dymarov@tut.by.

Information about authors

Lozovskaya Diana Sergeevna, senior Lecturer, Department of Technology of Storage and Processing of Animal Raw Materials, Educational Institution “Grodno State Agrarian University” (18, Tereshkova St., 230008, Grodno, Republic of Belarus).

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

Dymar Oleg Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Technical Director of the Representative Office of JSC MEGA in the Republic of Belarus (172, Partizansky Ave., Office 501, 220075, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: dymarov@tut.by.

УДК 663.41

Поступила в редакцию 03.03.2025
Received 03.03.2025**В. В. Соловьев, О. В. Вышникова, Ю. А. Шимановская***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ВЗГЛЯД НА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНОГО ПИВА

Аннотация. Технология производства безалкогольного пива в рамках новых экономических и социальных реалий, требует инновационного подхода к разработке усовершенствованной линейки отечественных рецептур. Несмотря на общие экономические вызовы, сегмент безалкогольного пива Республики продолжает набирать популярность. Популярность безалкогольного пива растет благодаря смещению предпочтений потребителей к здоровому образу жизни и осознанному потреблению. С ростом осведомленности о здоровье, потребители пивной продукции отдают предпочтение готовому продукту, который благодаря технологии позволяет сохранить привычный органолептический профиль пенного напитка без влияния на организм избыточного содержания алкоголя.

Ключевые слова: безалкогольное пиво, технология производства, история развития, дрожжи, органолептический профиль, деалкоголизация пива.

V. V. Solovyov, O. V. Vyshnikova, Yu. A. Shymanouskaya*RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus*

A RETROSPECTIVE VIEW ON NON-ALCOHOLIC BEER PRODUCTION TECHNOLOGIES

Abstract. The production technology of non-alcoholic beer in the context of new economic and social realities requires an innovative approach to the development of an improved range of domestic formulations. Despite the general economic challenges, the non-alcoholic beer segment of the Republic continues to gain popularity. The growing popularity of non-alcoholic beer reflects a shift in consumer preferences towards a healthier lifestyle and responsible drinking habits. With the growing awareness of health, beer consumers prefer the finished product. Modern technologies allow preserving the usual organoleptic profile of the foamy drink without the effect of excess alcohol on the body.

Keywords: non-alcoholic beer, production technology, history of development, yeast, organoleptic profile, dealcoholization of beer.

Введение. Одним из наиболее динамично развивающихся продовольственных рынков Республики Беларусь является рынок пивоваренной продукции. Совершенствование национальной пивоваренной промышленности вносит значительный вклад в развитие розничной и оптовой торговли, сельского хозяйства, транспорта, производства. В перспективе пивоваренная отрасль способна решать социальные задачи по обеспечению занятости населения, постепенному замещению потребления крепкого алкоголя пивоваренной продукцией и формированию культуры ее потребления. Вместе с тем недостаточно высокий уровень конкурентоспособности отечественного продукта не позволяет остановить рост импорта и увеличить объемы экспорта пива. Решение указанных проблем возможно только на основе качественного совершенствования институтов данного товарного рынка [1].

Пивоваренная промышленность Республики в последнее время претерпела череду изменений, как связанных с влиянием пандемии коронавирусной инфекции, так и основанных на структурных сдвигах, вызванных изменением потребительского спроса.

Настоятельная необходимость интенсифицировать технологические процессы приготовления пива, современные требования к автоматизации производства при снижении затрат

и повышении рентабельности выпускаемой продукции, являются основными причинами того, что в большинстве стран с развитой пивоваренной промышленностью в широких масштабах проводят работы по изысканию новых, более прогрессивных способов ведения технологических процессов, разработке и внедрению новых видов высокопроизводительного оборудования для производства пива [2].

По информации Концерн «Белгоспищепром» пивоваренная отрасль республики представлена 20 организациями, осуществляющими производство пива, пивных напитков, сидров и кваса. Основным объемом пива (около 98%) в Республике производится ОАО «Криница», ОАО «Пивоваренная компания Аливария», ОАО «Лидское пиво» и ЗАО «Бобруйский бровар». Отечественные пивоваренные организации оснащены современным оборудованием и технологиями ведущих мировых компаний. Имеющийся производственный потенциал позволяет обеспечить не только полную потребность внутреннего рынка в продукции, но и ее экспорт.

Несмотря на общие экономические вызовы, такие как инфляция и нестабильность валют, сегмент безалкогольного пива и альтернативных напитков продолжает набирать популярность. Растущая популярность безалкогольного пива отражает смещение предпочтений потребителей в сторону более здорового образа жизни и ответственных привычек употребления алкоголя. С ростом осведомленности о здоровье потребители пивной продукции отдадут предпочтение готовому продукту, который благодаря своей технологии позволяет сохранить привычный вкус пенного напитка без неблагоприятных последствий чрезмерного потребления алкоголя.

Крупные пивоваренные заводы и небольшие пивоварни Республики Беларусь активно откликаются на растущий спрос, расширяя ассортимент слабоалкогольных и безалкогольных напитков, а также внедряя инновационные технологии пивоварения для разработки продуктов, удовлетворяющих потребности потребителей, что способствует развитию рынка.

Материалы и методы исследования. В качестве информационной базы использованы нормативно-технические документы, включая СТБ 395-2017 «Пиво. Общие технические условия», статистические данные Национального статистического комитета Республики Беларусь, а также сведения, опубликованные в научной и отраслевой литературе, патентах и интернет-ресурсах. Дополнительно были проанализированы технологические схемы и описания оборудования, применяемые на отечественных и зарубежных пивоваренных предприятиях. Исследуемые методы производства безалкогольного пива включали как физико-химические (обратный осмос, диализ, вакуумная дистилляция), так и биохимические и технологические подходы (прерывание брожения, использование специальных штаммов дрожжей, иммобилизованных культур и др.).

Для анализа и сопоставления применялись следующие методы:

Аналитический метод — использовался для изучения литературных источников, описывающих историческое развитие и современные технологии деалкоголизации пива, включая мембранные и тепловые методы.

Сравнительный метод — применялся при оценке эффективности различных технологических подходов (мембранные технологии, незавершенное брожение, использование специфических штаммов дрожжей) с точки зрения их влияния на органолептический профиль готового пива и энергозатраты.

Оценка рассматриваемых технологических решений проводилась с позиций соответствия требованиям законодательства, вкусовым и ароматическим характеристикам конечного продукта, возможности применения отечественного сырья, энергоэффективности, а также экономической целесообразности.

Результаты исследований и их обсуждение. Прототип современного пива отличался высокой питательной ценностью. Оно делало обеденный стол более сытным, а минимальное содержание алкоголя никак не сказывалось на изменении поведения человека. Такой пивной напиток не был полноценным аналогом современных слабоалкогольных сортов, его производство до сих пор сохранилось в традициях монастырского пивоварения. Монахи-трапписты варят пиво крепостью не выше 2,5 % для собственного употребления.

В XIX веке в Европе началось массовое производство пива, и в это время возникла идея создания безалкогольного пива. Первые попытки производить безалкогольное пиво были сделаны в Германии и других странах, но технологии того времени не позволяли эффективно удалять алкоголь из пива [3].

Наиболее важным этапом развития безалкогольного пива стало введение «Сухого закона» в США. 18 поправка к Конституции США (The Eighteenth Amendment (Amendment XVIII) to the United States Constitution) была принята Конгрессом 17 декабря 1919 года. Данной

поправкой в законодательство был введен «Сухой закон», который продлился более 10 лет. Потребление алкоголя или его частное владение запрещено не было, однако вводились запреты на его производство, продажу и транспортировку. Вместе с 18 поправкой был принят Закон Волстеда (Volstead) — он вводил меры контроля за запретом на производство, перевозку и продажу алкоголя. Согласно закону, запрещалось производить и продавать напитки с содержанием спирта свыше 0,5 %.

Закон разработан советником Антиалкогольной лиги Уэйном Уилером и назван по имени инициатора — конгрессмена из Миннесоты Эндрю Волстеда. Акт Волстеда (Volstead) так же устанавливал список как запрещенных, так и разрешенных алкогольных напитков — последние были нужны в медицинских и религиозных целях [4].

Ратификация была сертифицирована 16 января 1919 года, поправка вступила в силу 17 января 1920 года. Чтобы предотвратить банкротство, большинство пивоваренных заводов Америки быстро перешли на производство безалкогольного пива. «Сухой закон» был отменен в 1933 ратификацией 21 поправкой, что позволило пивоваренным предприятиям вернуться к традиционному пивоварению.

Вторым этапом актуальности производства безалкогольного и слабоалкогольного пива аналитики считают конец 70-х начало 80-х годов XX века, связанный с бумом массового автомобилестроения и, как следствие, значительным ростом числа аварий, в том числе под воздействием алкогольного опьянения [5].

В конце 70-х гг. пивоварни начали выпускать легкое пиво, содержание алкоголя в котором находилось в пределах от 2 % до 4 %. По причине несовершенства технологий производства, напиток не обладал ярким вкусом и вызывал скептическое отношение к нему ценителей традиционного напитка [5,6].

Так продолжалось до тех пор, пока выпуском безалкогольных сортов не занялись крафтовые пивоварни. С развитием технологий производства безалкогольного пива началось улучшение его вкусовых качеств. Пивоварни начали использовать методы, такие как обратный осмос и вакуумная дистилляция, для более эффективного удаления алкоголя. Первопроходцами оказались шотландские пивовары из BrewDog. Из 8 видов солода и 5 сортов хмеля они производили Alcohol Free Hoppy Ale крепостью 0,5 %, который отличался ароматами фруктов, цитрусовых и трав, а также балансом хмелевой горечи и солодовой сладости во вкусе. Удачно экспериментировали с безалкогольным норвежцы из Nøgne Ø и датчане из компании Mikkeller — их пшеничный эль с содержанием алкоголя 0,3 %. По статистическим данным компании его продажа принесла на 37 % больше доходов чем обычные сорта пива [6].

Вслед за успехом локальных брендов ставку на безалкогольные сорта сделали и крупнейшие мировые производители пива, в том числе Anheuser-Busch InBev, глобальная пивоваренная корпорация. Усовершенствование технологий производства позволило выпустить на рынок премиальные безалкогольные сорта Stella Artois Non Alcohol и BUD Alcohol Free, сохранившие свой оригинальный вкус и освежающее хмелевое послевкусие.

Производство безалкогольного пива также актуально в Российской Федерации. Пивоваренные компании постоянно расширяют линейку безалкогольного пива и на сегодняшний день потребителям доступно свыше 10 сортов безалкогольного пива AB InBev Efes, среди которых Hoegaarden 0.0, Licwensbräu 0.0, Velkopopovické Kozel Bez Alkoholu, Essa Alco Free, Beck's Blue Non-Alcoholic, «Клинское Безалкогольное», «Старый Мельник из Бочонка Безалкогольное» и «Белый Медведь Безалкогольное» [9].

История развития безалкогольного пива в республике Беларусь, как и в других странах, имеет свои особенности и этапы. Безалкогольное пиво начало появляться в Беларуси в конце 20 века. В то время, как в мире уже начали развивать эту категорию напитков, в Беларуси производители также начали экспериментировать с созданием безалкогольных сортов пива. Только в начале 2000-х годов в стране наблюдался рост интереса к безалкогольным напиткам, что было связано с изменениями в образе жизни и здоровьем населения. Появление новых технологий производства научное обоснование и разработка новых рецептов, способствовали развитию этого сегмента.

С течением времени белорусские пивоварни начали активно расширять ассортимент безалкогольного пива. Крупнейшие производители, такие как пивоваренная компания «Алива-рия», «Лидское пиво» и другие, начали выпускать свои версии безалкогольных сортов, используя различные технологии для снижения содержания алкоголя.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь наблюдается рост популярности безалкогольного пива среди потребителей, что связано с изменением потребительских предпочтений, увеличением числа людей, ведущих здоровый образ жизни, а также с акцентом на ответственный подход к употреблению алкоголя. На сегодняшний день белорус-

ские производители продолжают развивать сегмент безалкогольного пива, предлагая разнообразные вкусы и сорта. Также стоит отметить, что законодательство в области алкоголя и его продажи в Беларуси оказывает влияние на развитие рынка безалкогольного пива [9,11].

Популяризация здорового образа, высокая социальная ответственность участников дорожно-транспортного движения, а также интерес к новым продуктам с полноценным органолептическим профилем, но сниженным содержанием веществ, оказывающих негативное влияние на функциональные свойства организма — способствуют дальнейшему росту этого сегмента. Таким образом, развитие безалкогольного пива в Беларуси — это процесс, который продолжается, и он отражает изменения в обществе и потребительских предпочтениях. Результатом трансформаций вкусовых предпочтений и развития производственных технологий привели к тому, что безалкогольное пиво стало не только альтернативой для тех, кто не употребляет алкоголь, но и самостоятельным продуктом, с собственным рынком, занявшим свою нишу в экономике различных государств. Таким образом, развитие безалкогольного пива прошло долгий путь от простых попыток его производства до современного разнообразия и качества, которое доступно сегодня.

Безалкогольное пиво — это напиток, который производится по технологии, аналогичной производству обычного пива, но с низким содержанием алкоголя (согласно СТБ 395-2017 «Пиво. Общие технические условия» — менее 0,5 % об.) [20].

Технологии производства основываются на двух направлениях технологических операций:

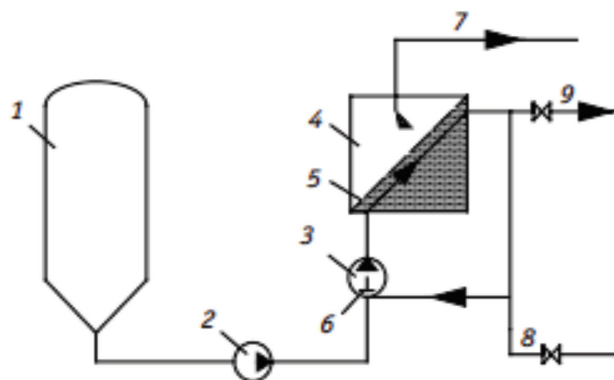
- ♦ удаление алкоголя: Это может быть сделано с помощью вакуумной дистилляции, обратного осмоса или других методов, позволяющих удалить алкоголь из готового пива.
- ♦ неполная ферментация: Некоторые производители используют методы, которые ограничивают процесс ферментации, чтобы снизить образование алкоголя.

Современные технологии позволяют производить безалкогольное пиво с полноценным органолептическим профилем, конкурирующим со стандартными образцами пивных продуктов в различных категориях. Это достигается за счет использования традиционных сырьевых компонентов (солода, хмеля, воды, дрожжей) и соблюдения технологических рецептур. Безалкогольное пиво доступно в различных стилях, включая лагеры, эли, стауты и даже фруктовые сорта. Это позволяет удовлетворить разнообразные предпочтения потребителей. При производстве безалкогольного пива существует три подхода, основанные на различных методах:

- ♦ физико-химических;
- ♦ технологических;
- ♦ биохимических.

К физико-химическим методам производства безалкогольного пива относят такие методы как: метод диализа, обратный осмос, вакуумную дистилляцию и упаривание [7].

Диализ и обратный осмос относят к мембранным технологиям, при которых деалкоголизация пива осуществляется с помощью специальных селективных мембран. В состав мембран входят различные материалы. Из новых типов мембран в настоящее время применяют мембраны в виде полых волокон с внутренним диаметром 20-100 мкм и толщиной 10-50 мкм.



1-буферный танк; 2-насос; 3- разделительный клапан; 4-разделительный модуль; 5-полу-проницаемая мембрана; 6-обратный клапан; 7-фильтрат; 8-вода; 9-готовое безалкогольное пиво.

Рис. 1. Технологическая схема удаления этилового спирта из пива с помощью обратного осмоса

Fig. 1. Technological scheme of removing ethyl alcohol from beer using reverse osmosis

Обратный осмос — это способ разделения растворов путем их фильтрования через полупроницаемые мембраны, пропускающие растворитель и задерживающие молекулы или ионы растворенных веществ. При удалении этилового спирта с помощью обратного осмоса пиво под давлением перекачивается через полупроницаемую мембрану, в состав которой входят тонковолокнистые материалы с очень маленькими порами (от $1 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ мкм). В результате вода и спирт проходят через мембрану, а экстрактивные вещества остаются в пиве. При этом их концентрация вследствие удаления воды резко повышается, в связи, с чем в пиво необходимо постоянно подавать деминерализованную и деаэрированную воду. В процессе фильтрования и добавления воды в пиво практически не остается диоксида углерода, поэтому по достижении требуемой концентрации этанола его карбонизируют.

После деалкоголизации методом обратного осмоса пиво претерпевает похожие изменения в химическом составе, что и при диализе. Более того, процесс обратного осмоса протекает под большим избыточным давлением, что приводит к увеличению температуры пива [7,12].

Диализ — отделение низкомолекулярных соединений от высокомолекулярных за счет действия осмотических сил. При диализе алкоголь проходит через мембраны не под влиянием давления, а благодаря разнице концентраций спирта между пивом на одной стороне мембраны и диализатом — на другой. При удалении алкоголя данным методом с одной стороны мембраны подается пиво, охлажденное до 10°C , при нормальной скорости потока и нормальном давлении. С другой стороны мембраны идет поток несущей жидкости, диализата, вымывающего алкоголь из пива через мембрану и направляющего его на дальнейшую переработку. При продолжительности контакта всего лишь в течение 13 с процесс удаления алкоголя из пива завершается.

Согласно технологии, пиво, подлежащее деалкоголизации, перед входом в модули заранее фильтруется и, переходя через модули, частично или полностью освобождается от спирта. После выхода из модуля пиво охлаждается, карбонизируется и направляется в форфас.

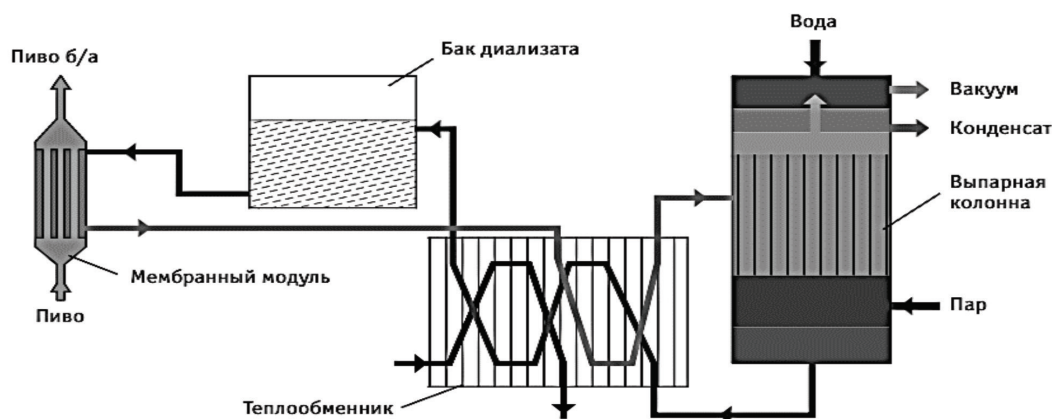


Рис. 2. Принципиальная схема деалкоголизации пива с помощью диализа
Fig. 2. Schematic diagram of beer dealcoholization using dialysis

Диализат из модуля поступает в регенерационный теплообменник предварительного нагрева, нагревается за счет теплоты диализата, возвращающегося из колонны. После теплообменника обогащенный спиртом диализат поступает в кожухотрубный теплообменник для нагрева до технологической температуры. Подогретый диализат попадает в колонну, где он распыляется на элементы насадки с помощью специального распылительного устройства. Распыляемый сверху диализат подвергается термической деалкоголизации посредством поднимающегося снизу пара из парогенератора. Деалкоголизированный диализат собирается в нижней части колонны, из которой насосом перекачивается в регенерационный теплообменник. После предварительного охлаждения диализат поступает в охладитель, где охлаждается до технологической температуры, после чего поступает в накопительный бак диализата.

Во время диализа, так и при использовании технологии обратного осмоса одновременно с удалением этанола пиво разбавляется водой и происходит потеря некоторой части летучих компонентов, в особенности эфиров и высших спиртов. При этом потери эфиров могут достигать 65 % — что негативно сказывается на органолептике готового пива. Существует целый ряд способов, позволяющих сохранить органолептические свойства пива,

например, только часть пива подвергается деалкоголизации, а затем это пиво смешивают с исходным [7].

Помимо мембранных технологий используют также термические методы деалкоголизации пива. Перегонкой можно разделить смеси, компоненты которых при одном и том же давлении имеют различные температуры кипения; в результате смесь разделяется на легколетучие и труднолетучие вещества. Перегонка этанола из пива при атмосферном давлении приводит к значительному ухудшению его вкусовых качеств, так как процесс идет при высоких температурах. Исходя из этого, деалкоголизацию пива термическими методами необходимо осуществлять под вакуумом, в разреженном пространстве при абсолютном давлении 0,04–0,2 бар, благодаря чему процесс может протекать при температурах от 30 до 55 °С; при этом вкусовые качества полученного пива зависят от температуры и длительности теплообработки. Температура и длительность процесса обратно пропорциональны друг другу. Во всех методах термического удаления этилового спирта применяют вакуумно-перегонные аппараты с различными конструктивными особенностями теплопередачи [11–14].

Для вакуумной перегонки используют: вакуумные перегонные установки; выпарные аппараты с нисходящим движением жидкости; многоступенчатые перегонные колонны; трехступенчатые пластинчатые испарители; центробежные испарители.

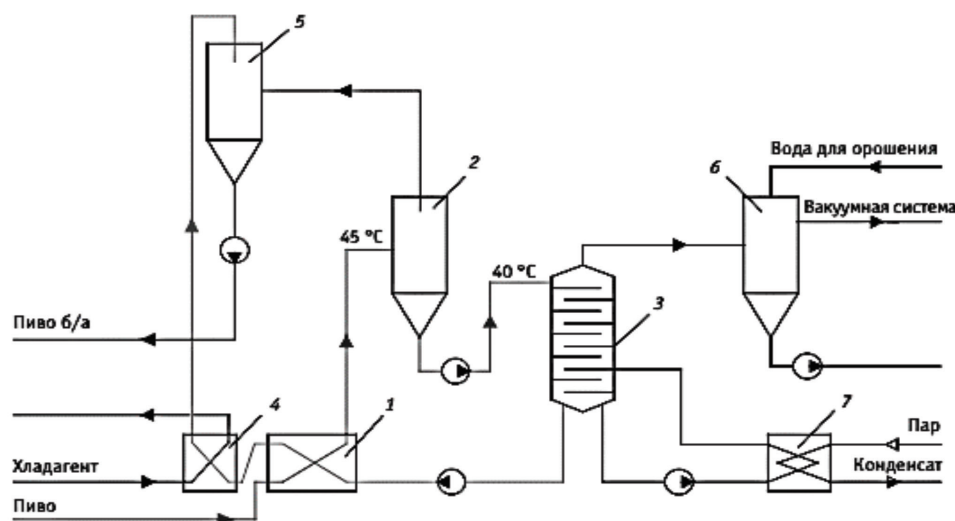


Рис. 3. Вакуумная перегонная установка
Fig. 3. Vacuum distillation unit

В установках такого типа подлежащее деалкоголизации пиво нагревается в пластинчатом теплообменнике 1 до 45 °С и направляется в элюционную колонну 2, при входе в которую давление пива падает. При этом из пива испаряются легколетучие ароматические компоненты, которые позднее вновь добавляются к пиву в рекомбинационной емкости 5. В вакуумной спиртовой колонне 3 при 55 °С пиво освобождается от спирта, который осаждается в оросительном конденсаторе 6. Безалкогольное пиво охлаждается до 4 °С на регенерационном теплообменнике 1, а затем до 0–1 °С в 4 и поступает в рекомбинационную емкость 5, где вновь смешивается с легколетучими ароматическими веществами.

С целью достижения одинаковых качественных показателей у всех партий пива, содержание этанола снижают до 0,3 %, а потом увеличивают эту концентрацию до 0,5 % путем добавления пива на стадии завитков, молодого пива или готового к розливу пива. Таким образом, ароматические вещества вновь попадают в пиво и отчасти корректируется органолептический профиль [14].

При приготовлении безалкогольного пива с применением технологических методов сбраживается всего 5–10 % сухих веществ пивного сусла, поэтому химический состав и органолептические свойства сусла изменяются незначительно. Причиной этого является изменение соотношения между сбраживаемыми и несбраживаемыми углеводами, углеводами и белками, а также концентрациями сухих веществ в сусле и готовом напитке по сравнению с классическим пивом. Вкус и аромат пива можно характеризовать как сусловой, зерновой. Для получения высококачественного безалкогольного пива необходимо начать работы по приближению химического состава пивного сусла к пиву уже на стадии выбора сырья.

К технологическим методам производства безалкогольного пива относятся: подавление процесса брожения, сбраживание специальными дрожжами, метод контакта сусла с дрожжами при низких температурах, прерывание брожения при концентрации спирта ниже 0,5 %, применение иммобилизованных дрожжей [14].

Прерывание брожения при концентрации спирта 0,5 %. Такое пиво варится с начальной экстрактивностью 8 — 10 % исходя из требований к вкусу, однако позднее выяснилось, что при экстрактивности 6 — 6,5 % у пива отмечается улучшение вкусовых показателей. У более жидкого сусла привкус сусла проявляется меньше. Способ затирания — преимущественно декокционный с 1 — 2-отварками. Температурный режим 35/70/77°C, отдельные части затора осахариваются при температуре около 75 °C.

Способ затирания солода со скачкообразным повышением температуры, снижает видимую конечную степень сбраживания до величины ниже 65 %. Засыпь затирают густо, при температуре 45 °C с продолжительностью паузы около 30 минут. Затем затор перекачивают в кипящую воду. В результате ферменты инактивируются, а сохранившегося остатка амилазы достаточно для расщепления крахмала солода до декстринов в течение часовой паузы при 73 °C. Кипячение сусла при интенсивном испарении должно обеспечивать достаточное удаление ароматических веществ. Внесение хмеля регулируется технологическим процессом в зависимости от получаемого органолептического профиля. Брожение проводится при температуре ниже 8 °C до содержания спирта менее 0,5 % об. и прерывается путем:

- ♦ отделения дрожжей центрифугированием;
- ♦ фильтрованием;
- ♦ пастеризацией в потоке.

Биохимический метод производства безалкогольного пива основывается на использовании специфических дрожжей или ферментов, которые позволяют ферментировать сахар до уровня, не превышающего 0,5 % об. алкоголя. Этот метод становится все более популярным благодаря своей способности сохранять вкусовые и ароматические характеристики пива [12, 16].

Одним из важнейших сырьевых компонентов, влияющих на совокупность органолептических характеристик готового безалкогольного пива, являются дрожжи.

Для производства используются штаммы дрожжей, которые имеют ограниченные возможности по производству алкоголя. Некоторые виды *Saccharomyces cerevisiae* могут быть генетически модифицированы или отобраны для снижения уровня спиртообразования. Эти дрожжи могут эффективно ферментировать сахара, но останавливаются на уровне, который не превышает допустимые нормы для безалкогольного пива. Этот вид дрожжей традиционно используется в пивоварении и может быть адаптирован для создания низкоалкогольных сортов. Некоторые штаммы *Saccharomyces cerevisiae* могут быть выбраны за их способность производить приятные ароматы и вкусы даже при низком уровне алкоголя.

Дрожжи *Saccharomyces pastorianus* используются в лагерах и могут быть адаптированы для создания безалкогольных сортов. Они могут обеспечивать чистый вкус и хорошую ферментацию при низких температурах. Разработка гибридных штаммов путем скрещивания различных видов и подвидов дрожжей может привести к созданию уникальных свойств, таких как способность производить определенные ароматы при низком уровне алкоголя [13].

Инновации в области штаммов дрожжей играют ключевую роль в пивоварении, включая производство безалкогольного пива. Основные направления инноваций в этой области:

- ♦ Генетическая модификация: Использование методов геномной инженерии для создания штаммов дрожжей, которые могут производить меньше алкоголя или специфические ароматы и вкусы. Ведутся исследовательские работы по созданию рас дрожжей, которые останавливают ферментацию на более ранней стадии, что позволяет снизить содержание алкоголя.
- ♦ Селекция и мутационная селекция: Применение традиционных методов селекции и мутационной селекции для создания новых штаммов, которые лучше адаптированы к условиям производства. Это может включать устойчивость к стрессам (высокой температуре или низкому pH) и улучшенные ферментационные свойства.
- ♦ Кросс-опыление: Скрещивание различных видов дрожжей для создания гибридных штаммов с уникальными характеристиками. Это может привести к появлению дрожжей, которые обладают лучшими ароматическими свойствами или способностью к ферментации при низких температурах.
- ♦ Метаболическая инженерия: Использование метаболической инженерии для оптимизации метаболических путей дрожжей с целью увеличения производства определенных соединений, таких как ароматические эфиры и другие вкусовые компоненты.

- ♦ Биотехнологические подходы: Применение новых биотехнологий, таких как CRISPR, для точной модификации генома дрожжей. Это позволяет создавать более эффективные штаммы с заданными свойствами без внесения нежелательных изменений в геном.

- ♦ Использование диких дрожжей: Исследование и использование диких дрожжей и других микроорганизмов для создания уникальных вкусов и ароматов. Это направление активно развивается в крафтовом пивоварении, где производители стремятся создать уникальные и необычные сорта пива.

- ♦ Устойчивость к стрессам: Разработка дрожжей, устойчивых к различным стрессовым условиям, таким как высокие концентрации сахара или соли, что позволяет улучшить ферментацию в сложных условиях.

Эти инновации не только улучшают качество безалкогольного пива и других продуктов, но и помогают производителям оптимизировать процессы, снижать затраты и создавать более разнообразные и конкурентоспособные продукты используя отечественное сырье.

Биохимический метод производства безалкогольного пива также включает в себя управление и контроль за процессами ферментации, карбонизации, фильтрации, ароматизации. При производстве безалкогольного пива в процессе ферментации важно контролировать температуру, уровень кислорода и другие параметры, чтобы предотвратить образование алкоголя. Это может включать использование низких температур или ограничение времени ферментации. Также возможно использование специальных питательных сред, которые способствуют активному размножению дрожжей без значительного увеличения уровня алкоголя [18].

После первичной ферментации пиво проходит через этапы фильтрации для удаления остатков дрожжей и других частиц. Важно сохранить ароматические соединения и вкусовые компоненты, что может потребовать применения специализированных методов обработки.

Карбонизация безалкогольного пива — это важный этап в процессе его производства, который требует тщательного контроля и выбора метода. Правильная карбонизация помогает создать приятные текстурные ощущения и улучшает общее восприятие напитка. Производители могут использовать различные методы в зависимости от своих целей и желаемого конечного продукта. К методам карбонизации относятся:

- ♦ естественная карбонизация (с помощью дрожжей): Этот метод включает добавление небольшого количества сахара (например, декстрозы) в уже готовое пиво перед разливом в бутылки или кеги. Дрожжи, оставшиеся в пиве, будут ферментировать сахар, производя углекислый газ. Этот метод позволяет достичь естественной карбонизации, однако требует контроля, чтобы избежать избыточного давления и образования алкоголя [19].

- ♦ принудительная карбонизация: Добавление CO_2 который подается непосредственно в пиво с помощью специального оборудования. Это позволяет точно контролировать уровень карбонизации и быстро достичь желаемого результата. Также к этому методу относится использование кегового оборудования, при котором можно регулировать давление CO_2 для достижения нужной степени карбонизации.

Некоторые производители используют комбинацию естественной и принудительной карбонизации для достижения оптимального вкуса и текстуры. Углекислый газ может влиять на восприятие вкуса, поэтому важно учитывать, как карбонизация меняет ароматические ноты пива. Правильная балансировка поможет сохранить оригинальные характеристики напитка.

Биохимический метод производства безалкогольного пива представляет собой перспективное направление в пивоварении, которое позволяет создавать качественный продукт с минимальным содержанием алкоголя. Использование специальных дрожжей и контроль за процессом ферментации открывают новые горизонты для производителей, позволяя им удовлетворять растущий спрос на безалкогольные напитки.

С развитием науки и технологий в последние десятилетия появились новые методы, такие как использование генетически модифицированных дрожжей, которые могут производить пиво с очень низким содержанием алкоголя без необходимости удаления его после ферментации.

Эти технологии позволили производителям создавать более качественные безалкогольные сорта пива, которые могут конкурировать с обычными пивными напитками по вкусу и аромату. С каждым годом рынок безалкогольного пива продолжает расти, и новые методы производства продолжают развиваться.

Экономические аспекты производства безалкогольного пива в Республике Беларусь такие как: спрос и предложение, производственные затраты, ценовая политика, инновации, маркетинг и брендинг, экспортный потенциал, также, как и другие страны вынуждают искать пути усовершенствования технологии.

Импортозамещение всех сырьевых компонентов без потери уровня качества, придание напитку новых органолептических характеристик — требуют организованного подхода науки и технологии. Растущий интерес к здоровому образу жизни и снижение потребления алкоголя способствуют увеличению спроса на безалкогольное пиво. Конкуренция с другими безалкогольными напитками, такими как соки, газированные напитки и минеральная вода вынуждает производителей формировать свой сегмент рынка. Затраты на сырье (солод, хмель, вода, дрожжи) могут варьироваться в зависимости от качества и источников.

Импортозамещение — как инновационный подход, а не вынужденная мера в условиях круговых санкций, позволяет производителям Республики создавать продукцию с новыми вкусовыми особенностями. Технологические процессы, такие как удаление алкоголя (например, с помощью реверсивной осмоса или вакуумной дистилляции), могут требовать дополнительных инвестиций в оборудование. Эффективные маркетинговые стратегии необходимы для привлечения внимания к продукту и формирования его имиджа как здоровой альтернативы. Нормативные акты, касающиеся производства и продажи алкогольных и безалкогольных напитков, могут различаться в разных странах. Однако производство безалкогольного пива является наиболее привлекательным с точки зрения налогообложения Республики Беларусь.

Разработка новых рецептов, улучшение технологий производства для повышения качества и вкусовых характеристик безалкогольного пива. Инвестиции в исследования и разработки могут привести к созданию уникальных продуктов, способствующих увеличению доли рынка. Приоритетными направлениями в сфере производства являются внедрение современных достижений научно-технического прогресса; переработка новых видов сырья, полученных с использованием инновационных технологий, био- и нанотехнологий. Это выгодно с экономической точки зрения, и с точки зрения сохранения полезных свойств обрабатываемого сырья и получаемых продуктов. Возможности выхода на международные рынки, где спрос на безалкогольные напитки также растет. Изучение культурных особенностей и предпочтений потребителей в разных странах позволяет разрабатывать рецептурный ассортимент, удовлетворяющий потребности рынка. Устойчивое производство, использование экологически чистых материалов и упаковки может привлечь внимание экологически сознательных потребителей.

Заключение. Современные технологии позволяют производить безалкогольное пиво, которое не уступает традиционному по своим вкусовым характеристикам. Развитие этого сегмента продолжается, отражая изменения в потребительских предпочтениях и формируя новую культуру потребления пивоваренной продукции. Перспективные направления исследований в отрасли включают разработку инновационных методов брожения, усовершенствование технологических процессов и адаптацию к изменяющимся экономическим условиям.

Список использованных источников

1. Развитие инфраструктуры рынка в Республике Беларусь (на примере пивоваренной продукции) / Д.А. Ананьев // Вестник Белорусского Государственного экономического университета: науко-ва-практичны часопіс / гл. ред. Г.А. Короленок. — 2010. — №4. — с.73-79
2. Колпакчи А.П. и др. Достижения в технологии солода и пива. Интенсификация производства. М.-Прага Пищевая промышленность — СНТЛ — 1980, — С. 9
3. История безалкогольного пива [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://smart-drinking.abinbevefes.ru/articles/istoriya-bezalkogolnogo-piva>. Дата доступа: 07.02.2024.
4. Blocker A. American Temperance Movements: Cycles of Reform. New York, 1954. . — P. 2.
5. Г. Гвичия, О. Иванова.»Мы сохранили для вас вкус пива. Истории о Российских пивоварах» Санкт-Петербург, Лисов-ABC, М.: Иван Федоров, 2017, — С. 198
6. Хэмпсон. Т. Все лучшее. Пиво /. HAMPSON & DORLING KINDERS- М.: АСТ, 2019. — С. 28-32
7. Иванова Л. А. Разработка и обоснование способов совершенствования биотехнологии и повышения качества светлого пива: Автореф. дис. докт. техн. наук. М., 1999. — С. 49-53
8. Хорунжина, С. И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива/ С.И. Хорунжина. — М.: Колос, 1999 — С. 312-324
9. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/> Дата доступа: 07.02.2024.
10. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения. СПб.: Профессия, 2007. — С. 640-651
11. Неверова О. А., Гореликова Г. А., Позняковский В. М. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник. Новосибирск: Сибирск. унив. изд-во, 2007, — С. 415

12. Лысюк В. М., Шаненко Е. Ф., Гернет М. В. и др. Практические аспекты применения активации ферментных препаратов при получении пивного сусла // Пиво и напитки. 2010. №2, — С. 4
13. Калакуток, М. Н. Технологические способы получения безалкогольного пива / -2014. №16 (75). — С. 397
14. Меледина Т. В., Дарков Г. В., Тишин В. Б., Смирнова М. В. Культивирование пивных дрожжей низового брожения в кожухотрубном струйно-инжекционном абсорбере // Brauwelt «Мир пива». 2002. №1. — С. 36-38
15. Меледина Т. В. Гл 7. Пивные дрожжи / Сырье и вспомогательные материалы. — СПб.: Профессия, 2003 — С. 28
16. Ежов И. С., Павлович Ю. Н., Боллоев Т. К., Меледина Т. В., Калашникова А. М. Сб. тр. НИЛ Санкт-Петербургского комбината пивоваренной и безалкогольной промышленности им. С. Разина. — СПб. 1994. — С. 28
17. Калунянц, К. А. Химия солода и пива : [Учеб. пособие для вузов по спец. «Технология бродительных производств и виноделие»] / К. А. Калунянц. — М. : Агропромиздат, 1990 — С. 175
18. Suihko M.-L. VTT mikrobikokoelman panimopintahiivat Eripainos Mallas ja Olut. №3. Н / №4. Р. 69-77.
19. Siebert K.J.: Effect of protein-polyphenol interactions on beverage haze, stabilization and analyses. J. Agric. Food Chem. 47, 1999 — Р. 353.
20. Пиво. Общие технические условия: СТБ 395-2017. — Взамен СТБ 395-2005 ; Введ. 29.06.20217. — М: Госстандарт, 2017 — С. 3

Информация об авторах

Соловьев Виталий Владимирович, кандидат технических наук, начальник отдела технологий спиртовой и пивобезалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

Вышников Ольга Владимировна, аспирант, заведующий лаборатории опытного производства РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д. 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: o.vyshnikova@tut.by

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

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

Information about the authors

Solovyov Vitaliy Vladimirovich, PhD (Technical), Head of the technology department of alcoholic and non-alcoholic beer products 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: solovyoffg@gmail.com

Vyshnikova Olga Vladimirovna, PhD student, Head of the pilot production laboratory 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: o.vyshnikova@tut.by

Shymanouskaya Yulia Aleksandrovna, Researcher at the department of technologies of the alcohol and non-alcoholic beer products 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: yuliya.sorokina.96@bk.ru

УДК 663.3 + 663.252.4

Поступила в редакцию 23.05.2025
Received 23.05.2025

¹О. Н. Юденко, ²Xiangyu Sun, ³Mukesh Kumar Awasthi, ¹Н. В. Комарова,
⁴А. В. Сидоренко, ¹О. Л. Зубковская, ¹Н. Р. Рабчонок, ⁵М.А. Урсул

¹РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», Минск, Республика Беларусь

²College of Enology, Northwest Agriculture and Forestry University, KHP

³College of Natural Resources and Environment, KHP

⁴Институт микробиологии НАН Беларуси

⁵Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ВИНОДЕЛИЯ В УСЛОВИЯХ СОТРУДНИЧЕСТВА БЕЛАРУСИ И КИТАЯ

Аннотация. В статье представлен обзор перспектив белорусско-китайского сотрудничества в области переработки фруктов и ягод для виноделия. Актуальность темы обусловлена необходимостью внедрения инновационных технологий, рационального использования сырья и минимизации отходов в агропромышленном секторе. Особое внимание уделяется необходимости использования сырьевой базы Беларуси и Китая, а также проведения совместных исследований. Основные результаты работы включают: сравнительный анализ сырьевых ресурсов: в Беларуси основным сырьем являются яблоки (до 97%), в Китае — виноград, при этом Китай лидирует по объему производства фруктов (20% мирового рынка); перспективные направления сотрудничества (изучение аборигенных штаммов микроорганизмов для брожения, разработка безотходных технологий переработки отходов (выжимок) и их использование в производстве удобрений). Отмечено, что совместные проекты Беларуси и Китая позволят создать инновационные технологии виноделия, укрепить научно-производственные связи и вывести на рынок уникальную продукцию с национальной идентичностью.

Ключевые слова: фрукты, ягоды, виноград, виноделие, переработка, выжимка, брожение, безотходные технологии.

¹V. Yudzenka, ²Xiangyu Sun, ³Mukesh Kumar Awasthi, ¹N. Kamarova,
⁴A. Sidarenka, ¹A. Zubkouskaya, ¹N. Rabchonak, ⁵M. Ursul

¹Scientific-Practical Center for Foodstuffs NAS of Belarus, RUE, Minsk, Republic of Belarus

²College of Enology, Northwest Agriculture and Forestry University,
Yangling, Shaanxi Province, 712100, China

³College of Natural Resources and Environment, Northwest A&F University,
Yangling, Shaanxi Province, 712100, China

⁴Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

⁵Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

PROSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF WINE PROCESSING ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF COOPERATION BETWEEN BELARUS AND CHINA

Abstract. The article presents an overview of the prospects for Belarusian-Chinese cooperation in the field of processing fruits and berries for winemaking. The relevance of the topic is due to the need to introduce innovative technologies, rational use of raw materials and waste minimization in the agro-industrial sector. Particular attention is paid to the need to use the raw material base of Belarus and China, as well as to conduct joint research. The main results of the work include:

a comparative analysis of raw materials: in Belarus, the main raw materials are apples (up to 97%), in China — grapes, while China is the leader in fruit production (20% of the world market); promising areas of cooperation (study of indigenous strains of microorganisms for fermentation, development of waste-free technologies for waste processing (marc) and their use in fertilizer production). It is noted that joint projects of Belarus and China will allow creating innovative winemaking technologies, strengthening scientific and industrial ties and bringing to the market unique products with national identity.

Keywords: fruits, berries, grapes, winemaking, recycling, pomace, fermentation, waste-free technologies.

Введение. Современное развитие агропромышленного сектора экономики напрямую связано с внедрением инновационных технологий и решений в перерабатывающих отраслях. Процесс внедрения инноваций в отрасли в целом и на конкретном предприятии должен быть обоснованным, а возможные риски должны быть сведены к минимуму. С этой целью проводятся научные исследования и производственные испытания, которые позволяют применять достигнутые результаты с наименьшими рисками для предприятий. Проведение совместных научных исследований между организациями смежных отраслей позволяет расширить масштаб рассматриваемой проблемы и ускорить процесс внедрения инноваций.

С учетом национальных особенностей развития научных исследований и промышленного сектора реализация научно-производственного сотрудничества между странами становится особенно привлекательной. В рамках Плана мероприятий по периодам сотрудничества Беларуси и КНР в области науки, технологий и инноваций, активизации взаимного трансфера технологий и повышения эффективности внедрения результатов научно-технической деятельности по основным отраслям экономики реализуются и планируются к реализации совместные проекты. Результатами совместных проектов должны стать создание передовых технологий и развитие белорусско-китайских платформ сотрудничества.

Одним из актуальных путей развития перерабатывающих отраслей Беларуси и Китая является переработка фруктов и ягод, направленная на максимальное использование ресурсов и получение широкого спектра пищевой продукции. Согласно анализу научных данных в настоящее время отмечается бурный поиск инновационных решений [1 — 4] в области переработки фруктов и ягод, в том числе винограда, направленные на ресурсосбережение и рациональное использование ресурсов. Кроме того, в рамках «Стратегии развития алкогольной отрасли Республики Беларусь на 2025 — 2034 гг.» предусмотрен комплекс мер, предполагающий продвижение продукции на рынок КНР под местного потребителя [5].

Целью данной работы является анализ научно-технической базы Беларуси и Китая и оценка перспектив сотрудничества в области инновационных решений переработки фруктов и ягод для целей виноделия.

Результаты исследований и их обсуждение. Современные направления развития перерабатывающего сектора [5] диктуют оптимизацию и рациональное использование ресурсов, а также возможность перепрофилирования свободных производственных мощностей предприятий.

Сырьевая база. Сырьевая база Республики Беларусь для производства винодельческой продукции представлена фруктами и ягодами. Основным фруктовым сырьем являются яблоки (до 97 %). Также перерабатывают грушу, вишню, сливу, клубнику, малину, черную смородину, чернику, клюкву, черноплодную рябину, крыжовник. Ягоды винограда перерабатывают в Республике Беларусь, однако они не являются стратегическим сырьем для виноделия [6].

Ежегодно переработка фруктов и ягод в Республике Беларусь для целей виноделия составляет от 45 до 65 тонн, однако в последние годы отмечена тенденция снижения объемов заготовок. Это связано с тем, что малая доля предприятий имеет собственное сырье (менее 5 % от общего объема сырья), а значительный объем заготовок представляет покупное сырье (предприятия потребкоопераций (на уровне 50 %), населения (более 30 %) и других организаций) [5]. Ввиду особенностей ценообразования винодельческой продукции государственные перерабатывающие предприятия не имеют конкурентных возможностей закупки фруктового сырья, и значительная часть белорусского сырья осваивается частными организациями в Республике Беларусь и других странах Евразийского экономического союза.

Таким образом, отмечается привлекательность белорусских фруктов и ягод для целей переработки на пищевую продукцию. Несмотря на проблемные вопросы достаточности сырья важным фактором развития виноделия и перерабатывающей отрасли в целом является использование только белорусских фруктов и ягод.

Сырьевая продовольственная база Китая благодаря широкой географии республики и разнообразию почвенно-климатических условий имеет свои особенности. Так, основным сырьем для производства винодельческой продукции являются ягоды винограда. На фоне мировой тенденции сокращения виноградников, площади возделывания винограда в Китае остаются стабильными (755 тыс. га по состоянию на 2023 г.) и занимают 10,5 % от общего объема мировых площадей виноградников, уступая только Испании и Франции [7]. Одним из значительных этапов развития виноделия стало вступление Китая в Международную организацию виноградарства и виноделия в ноябре 2024 г. [8].

Для производства пищевой продукции, в том числе для виноделия, широко применяется фруктовое сырье. Китай является мировым лидером по объему производства фруктов (около 20 % мирового объема производства) [9]. Спектр переработки фруктового сырья достаточно широк, однако основным сырьем, как и в Беларуси, являются яблоки, а также киви и другие мелкие фрукты и ягоды.

Научно-техническая база. Лицензию на производство продукции фруктового виноделия (вина плодовые крепленые, вина фруктово-ягодные натуральные, сидры) в Республике Беларусь имеет 29 предприятий общей мощностью более 16 000 тыс. дал. При этом загрузка производственных мощностей находится на уровне 30 % из-за низкой конкурентоспособности винодельческой продукции из фруктов на рынке республики, несмотря на усилия последних 10 лет по улучшению состояния винодельческой отрасли (актуализация стандартов на винодельческую продукцию, возможность использования только натурального сырья, увеличение объемной доли этилового спирта естественного брожения, внедрение инновационных решений по повышению антиоксидантного потенциала вин и сохранению сортовых особенностей фруктов и ягод) [10, 11].

В то же время производство крепкой винодельческой продукции из белорусского фруктового сырья отмечается положительной тенденцией развития. Благодаря успешному внедрению инновационных технологий в области освоения фруктового сырья, осуществляется производство конкурентоспособных групп винодельческой продукции:

- ♦ белорусских кальвадосов из белорусских яблок [12 — 14];
- ♦ фруктовых водок, фруктовых бренди, напитков фруктовых крепких из белорусского фруктового сырья [15 — 18];
- ♦ виноградных водок, напитков виноградных крепких.

Внедрение инновационных решений для фруктового виноделия осуществляется на производственных мощностях предприятий, которые имеют основное технологическое оборудование от стадии приемки и переработки (дробильное, прессовое оборудование) фруктового сырья до изготовления готовой продукции (фильтрационное оборудование и оборудование для дистилляции — при изготовлении крепкой винодельческой продукции).

Преимущество при выборе предприятия для промышленной апробации инноваций отдается тем, кто имеет собственную сырьевую базу, производственные мощности и открыт к инновациям. Так, РУП «Толочинский консервный завод» является одним из старейших предприятий в Республике Беларусь в области производства винодельческой продукции, имеет собственные фруктовые сады площадью 517,3 га (яблоки, груши, черная и красная смородина, малина, крыжовник) и высокую инновационную активность. Внедрение инновационных решений в области производства крепкой винодельческой продукции из фруктов и ягод максимально оправдано на предприятиях, имеющих мощности по переработке и дистилляции. В настоящее время таких предприятий немного, при этом собственное сырье для переработки имеет только 2 предприятия.

Интеграция науки и производства в области производства винодельческой продукции во многом осуществляется благодаря деятельности РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», на базе которого в том числе функционирует Республиканский контрольно-испытательный комплекс по качеству и безопасности продуктов питания. При этом неоспоримый вклад в развитие узких научных исследований вносят учреждения Министерства образования.

Развитие винодельческой промышленности Китая во многом осуществляется благодаря деятельности Колледжа энологии при Северо-западном университете Сельского и лесного хозяйства Китая. Профессиональные и технические кадры, подготовленные колледжем,

составляют около 2/3 национальной винодельческой промышленности. Колледж способствовал внедрению первого национального стандарта вина, установил схему промышленной регионализации Китая, предложил идею развития «маленькая винодельня, большая промышленность» и способствовал использованию несельскохозяйственных земель для возделывания промышленных сортов винограда.

Перспективные направления развития виноделия. Основой развития виноделия любой страны является максимальное использование фруктов и ягод с применением современных технологий производства. Богатый ассортимент фруктового сырья способствует развитию широкого спектра слабоалкогольной, винодельческой продукции и пищевых ингредиентов, выделенных при переработке фруктового сырья. В рамках развития международного сотрудничества и оценки возможностей изготовления продукции на основе совместных исследований необходимо наличие баз данных по компонентному составу и антиоксидантной активности отдельных фруктов и ягод. Это позволит оценить их динамику в процессе производства и установить этапы их потерь.

Кроме того, актуально исследование собственной микробиоты фруктов и ягод. В виноделии традиционно используются штаммы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Для производства фруктовых вин используются как правило неспецифичные винные дрожжи. В последние годы проводятся многочисленные исследования по расширению спектра штаммов микроорганизмов для виноделия [19 — 24]. Установлено, что аборигенные штаммы микроорганизмов наиболее адаптированы в процессе брожения видоспецифичного сырья. Одной из перспективных задач является разработка и применение штаммов микроорганизмов, адаптированных к конкретным фруктам и ягодам и региону производства (Беларуси и Китая) винодельческой продукции. Ввиду отсутствия специализированных дрожжей для отдельных фруктов и ягод актуально проведение исследований видового состава естественной микробиоты различных фруктов и ягод регионов Китая и Беларуси. Выделение и анализ штаммов микроорганизмов, населяющих фрукты и ягоды, направлено на их дальнейшее применение при производстве фруктовых вин с отличительными органолептическими характеристиками. Исследование микроорганизмов, адаптированных к фруктовому сырью, и проведение с ними брожения позволит направленно регулировать процесс и изготавливать вина с уникальными стилями, характерными для Китая и Беларуси.

Актуально исследование технологических решений направленного дифференцированного брожения фруктового и ягодного сусла с целью достижения заданных характеристик винодельческой продукции и контроля процесса брожения. В рамках совместного сотрудничества будет изучен состав вторичных продуктов брожения в зависимости от применяемого штамма аборигенных микроорганизмов с различными видами фруктов и ягод Беларуси и Китая и установлены идентификационные маркеры применяемых штаммов микроорганизмов. Кроме того, одним из направлений исследований предусматривается установление физических условий спонтанного брожения при производстве винодельческой продукции из фруктов и ягод. Оптимизация технологии производства фруктовых вин с применением естественной микробиоты и сохранением органолептического профиля, свойственного свежему фруктовому сырью, направит виноделие Китая и Беларуси на создание национальных брендов с уникальным узнаваемым стилем.

При производстве фруктовых вин в процессе переработки после прессования образуются отходы. Так, по отношению к переработанному сырью отходы фруктов (выжимка) составляют от 26 % до 31,5 % для яблочного сырья и от 17 % до 35 % — для ягодного. При ежегодной переработке фруктового и ягодного сырья в Республике Беларусь в объеме от 45 до 65 тонн объемы выжимок составляют от 12 до 20 тонн. При этом выжимка (например, яблочная) представляет собой плотный остаток твердых частей яблок, полученный в результате их прессования и сокоотделения и содержащий остаточное количество экстрактивных веществ (сахаров, органических кислот, биологически активных компонентов) [15].

До переработки яблочное сырье имеет следующий состав (таблица 1).

Данные таблицы 1 подтверждают высокое содержание кислот и сахаров, важных для виноделия, большая часть из которых при переработке переходит в сусло, однако значительное их количество остается в выжимке.

Выжимки содержат остаточное количество экстрактивных веществ, которые могут быть извлечены (остаточные сахара, органические кислоты, полисахариды (пищевые волокна, пектин)). Пищевые волокна и пектин фруктовых выжимок также занимают значительную долю исследований с целью повышения рентабельности перерабатывающих предприятий [25 — 29]. В настоящее время проведен ряд исследований [15 — 18, 30 — 32], устанавливающих способы переработки фруктовых выжимок. Успешно рассмотрены способы исполь-

зования отходов виноделия в качестве вторичных сырьевых ресурсов в рамках следующих заданий НИР [33] и НИОТР [15].

Таблица 1. Показатели яблок до переработки [15]
Table 1. Apples indicators before processing [15]

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение
Общее содержание кислот	г / 100 г яблок	0,83 — 1,78
Общее содержание сахаров	г / 100 г яблок	7,41 — 11,99
Содержание пектина	%	0,64 — 2,24
Пищевые волокна	% к массе яблок	0,91
Нерастворимые пищевые волокна	% к массе яблок	0,46
Растворимые пищевые волокна	% к массе яблок	0,43

В таблице 2 представлены результаты исследований [15, 16] содержания углеводов и кислот в выжимке после их извлечения в диффузионный сок. Изготовление диффузионного сока осуществлялось путем экстракции выжимок подготовленной водой при гидромодуле 1 к 1).

Таблица 2. Показатели яблочных соков прессовой фракции и выжимок [15, 16]
Table 2. Indicators of the press fraction of apple juices and pomace [15, 16]

Наименование показателя	Сок прессовой фракции	Яблочная выжимка, расчетный показатель		Диффузионный сок	Эффективность экстракции компонентов, %
		до экстракции	при гидромодуле 1 к 1		
Массовая концентрация сахаров в пересчете на инвертный, г/дм ³	90,4	73,95	36,98	16,1 — 25,2	43,5 — 68,2
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	7,83	6,4	3,2	2,7 — 3,2	84,4 — 100

На основании данных таблицы 2 отмечено, что в выжимке остается до 80 % органических кислот и сахаров по отношению к равному объему сока прессовой фракции. В рамках сотрудничества с Китаем будут рассмотрены новые способы переработки винодельческой выжимки, направленные на максимальное использование высокоценных компонентов (фенольных веществ, углеводов, кислот, пектина) и реализацию безотходных технологий производства фруктовых вин.

Кроме того, на основании проведенных исследований зарубежными учеными установлена перспективность переработки отходов, сформированных в результате обрезки лозы винограда и плодовых деревьев и использования их в качестве субстрата для производства удобрений, ферментированных биологическими объектами. Таким образом, отходы будут рассмотрены как вторичное экологически безопасное сырье для удобрения кустарников и плодовых деревьев. В результате реализации запланированных мероприятий будет осуществлена схема полного цикла безотходной переработки фруктов и ягод.

Реализация комплекса мероприятий по развитию сотрудничества между странами Беларуси и Китая позволит обеспечить успешное внедрение безотходных технологий в производственный процесс ведущих предприятий винодельческой отрасли.

Заключение. Проведенный обзор подтверждает значительный потенциал белорусско-китайского сотрудничества в области переработки фруктов и ягод для виноделия. Анализ сырьевых баз и научно-технических достижений двух стран показал их потенциал к совместному развитию. Это создает основу для обмена технологиями и совместной разработки инновационных решений. Ключевыми направлениями сотрудничества должны стать: исследование аборигенных штаммов микроорганизмов фруктов и ягод; разработка безотходных технологий, включая переработку выжимок. Реализация совместных проектов позволит повысить эффективность перерабатывающих отраслей Беларуси и Китая и создать новые конкурентоспособные бренды винодельческой продукции. Таким образом, сотрудничество Беларуси и Китая в области переработки фруктов и ягод открывает новые перспективы для

развития виноделия, способствуя технологическому прогрессу и укреплению экономических связей между двумя странами.

Благодарности. Оценка перспектив использования отходов виноделия в качестве вторичных сырьевых ресурсов проводилась за счет средств республиканского централизованного инвестиционного фонда вне рамок государственных программ и в рамках ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» на 2021–2025.

Список использованных источников

1. Potential opportunities of thinned clusters in viticulture: a mini review / Gastón Gutiérrez-Gamboa [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. — 2021. — Vol. 101, Iss. 11. — P. 4435 — 4443. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11170>.
2. Biomass estimation and characterization of the nutrient components of thinned unripe grapes in China and the global grape industries / Mengyuan Wei [et al.] // Food Chemistry: X. — 2022. — Vol. 15. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100363>.
3. Nanotechnology: recent advances in viticulture and enology / Teresa Garde-Cerdán [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. — 2021. — Vol. 101, Iss. 15. — P. 6156-6166. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11406>.
4. Технология производства винодельческой продукции с использованием вторичных продуктов / О. Н. Шелудько, [и др.] // Передовые исследования Кубани: сборник материалов Ежегодной отчетной конференции грантодержателей Кубанского научного фонда, Сочи, 15–17 мая 2023 года. — Краснодар: Кубанский научный фонд, 2023. — С. 119-123.
5. Стратегия развития алкогольной отрасли Республики Беларусь на 2025 — 2034 гг., утвержденная председателем концерна Белгоспищепром 12.12.2024. — С. 51.
6. Современные направления развития виноделия Республики Беларусь на основе широкого ассортимента фруктового сырья / О. Н. Урсул [и др.] // Магарач. Виноградарство и виноделие. — 2018. — Т. 20, №3(105). — С. 89-91.
7. STATE OF THE WORLD VINE AND WINE SECTOR IN 2023. Режим доступа: https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_STATE_OF_THE_WORLD_VINE_AND_WINE_SECTOR_IN_2023_1.pdf/ (Дата доступа: 15.01.2025).
8. China's request for OIV membership accepted 14 Nov 2024. Режим доступа: <https://www.oiv.int/ru/press/chinas-request-oiv-membership-accepted/> (Дата доступа: 15.01.2025).
9. Analysis of the global fresh fruit market in 2020-2024, forecast for 2025-2029. Режим доступа: <https://businessstat.ru/catalog/id8322/> (Дата доступа: 15.01.2025).
10. Зубковская, О. Л. Влияние дрожжей на формирование сортовых особенностей яблочных натуральных вин / О. Л. Зубковская, О. Н. Юденко, Н. Р. Рабчонок // Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов, Минск, 17 июня 2021 года. Том Часть 2. — Минск: Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Белорусская наука», 2021. — С. 104-114.
11. Зубковская, О. Л. Сравнительный анализ сортовых особенностей яблочного сырья при производстве фруктовых вин / О. Л. Зубковская, О. Н. Урсул, Н. Р. Рабчонок // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2017. — №4(38). — С. 47-54.
12. Разработать и внедрить технологию производства выдержанных кальвадосных спиртов и кальвадосов: отчет о НИР (заключ.): 663.3 / РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»; рук. Т. М. Тананайко; исполн.: К.А. Алексанян [и др.]. — Минск, 2010. — С. 420. — № ГР 20100035.
13. Разработать и внедрить технологию выдержки кальвадосных дистиллятов и производства белорусских кальвадосов: отчет о НИОТР (заключ.): 663.241 / РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»; рук. О. Н. Урсул; исполн.: К. А. Алексанян [и др.]. — Минск, 2014. — С. 429. — № ГР 20130865.
14. Разработать и внедрить на ОАО «Минск Кристалл» технологию производства фруктовых дистиллятов из местного плодово-ягодного сырья и крепких алкогольных напитков на их основе, соответствующих международным требованиям: отчет о НИОТР (заключ.): 663.241 / РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию»; рук. Т. М. Тананайко; исполн.: О. Н. Урсул [и др.]. — Минск, 2014. — С. 670. — № ГР 20121897.
15. Разработать и внедрить комплексную технологию производства фруктовых дистиллятов и алкогольных напитков путем глубокой переработки вторичных сырьевых ресурсов: отчет о НИОТР (заключ.): 65.49.91, 65.49 / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; рук. А. А. Пушкар; исполн.: О. Н. Урсул (Юденко) [и др.]. — Минск, 2020. — С. 425. — № ГР 20181028.
16. Совершенствование технологии производства фруктовых дистиллятов путем переработки вторичных сырьевых ресурсов / О. Н. Урсул [и др.] // Пища. Экология. Качество: Сборник материалов XVI Меж-

- дународной научно-практической конференции. В двух томах, Барнаул, 24–26 июня 2019 года / Отв. за выпуск: О. К. Мотовилов, О. А. Высоцкая, К. Н. Нициевская, Л. П. Хлебова. Том 2. — Барнаул: Алтайский государственный университет, 2019. — С. 290-295.
17. Кулагова (Балбуцкая), Е. П. Совершенствование винодельческого производства за счет комплексной переработки вторичных сырьевых ресурсов / Е. П. Кулагова (Балбуцкая), О. Н. Юденко // Молодежь в науке — 2023: тез. докл. XX Междунар. научной конференции молодых ученых, 20–22 сентября 2023 г., Минск / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. — Минск: Беларуская навука, 2023. — С 43 — 44.
 18. Кулагова, Е. П. Оценка перспектив вторичного использования побочных продуктов фракционной перегонки в технологии производства фруктовых дистиллятов / Е. П. Кулагова, А. А. Пушкарь, О. Н. Юденко // Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов, Минск, 17 июня 2021 года. Том Часть 2. — Минск: Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Белорусская наука», 2021. — С. 130-138.
 19. Fungal dynamic during apricot wine spontaneous fermentation and aromatic characteristics of *Pichia kudriavzevii* for potential as starter / Yu Chen [et al.] // Food Chemistry: X. — 2023. — Vol. 19. — 100862. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100862>.
 20. Microbial diversity on grape epidermis and wine volatile aroma in spontaneous fermentation comprehensively driven by geography, subregion, and variety / Yu Chen [et al.] // International Journal of Food Microbiology. — 2023. — Vol. 404. — 110315. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110315>.
 21. Exploring the ecological characteristics of natural microbial communities along the continuum from grape berries to winemaking / Yinting Ding [et al.] // Food Research International. — 2023. — Vol. 167. — 112718. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112718>.
 22. Correlations between microbiota with physicochemical properties and volatile compounds during the spontaneous fermentation of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) wine / Ru-teng Wei [et al.] // LWT. — 2022. — Vol. 163. — 113529. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113529>.
 23. Diversity and dynamics of microbial communities during spontaneous fermentation of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) from different regions of China and their relationship with the volatile components in the wine / Ru-teng Wei [et al.] // Food Research International. — 2022. — Vol. 156. — 111372. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111372>.
 24. Yeast Diversity during Spontaneous Fermentations and Oenological Characterisation of Indigenous *Saccharomyces cerevisiae* for Potential as Wine Starter Cultures / Yu Chen [et al.] // Food Microbiology. — 2022. — Vol. 10 (7). — 1455. Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10071455>.
 25. Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization / Narashans Alok Sagar [et al.] // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. — 2018. — Vol. 17, Iss. 3. — P. 512 — 531.
 26. Potential Functional Byproducts from Guava Purée Processing / Si Yi Lim [et al.] // J. of Food Science. — 2018. — Vol. 83, Iss. 6. — P. 1522 — 1532.
 27. Ибрагимова, Л. Р. Использование вторичных продуктов переработки виноградо-винодельческой отрасли / Л. Р. Ибрагимова, К. Р. Гаммацаев // Матер. I Межд. Науч.-практич. конф. «Инновационные технологии в производстве продуктов виноградо-винодельческой отрасли и других алкогольных напитков», 5 июня 2015 г. — Краснодар: КубГТУ, 2015. — С. 75 — 77. — Режим доступа: <http://kubstu.ru/data/celest/CE1799.pdf>.
 28. Тихонова А. Н. Исследование химического состава виноградных выжимок с целью получения пищевых волокон [Электронный ресурс] / А. Н. Тихонова, Н. М. Агеева, А. П. Бирюков // Современные проблемы науки и образования. — 2016. — №2 — 3. — С. 52. — Режим доступа: <http://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=23881>.
 29. Гладченко, М. А. Разработка биотехнологических способов утилизации отходов виноделия: дис. ... канд. техн. наук: 03.00.23, 05.18.07 / М. А. Гладченко. — Москва, 2001. — С. 192.
 30. Применение отходов виноделия в качестве вторичного сырья при изготовлении слабоалкогольных напитков / О. Л. Зубковская [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2024. — Том 17. — № 1 (63). — С. 66 — 73.
 31. Basic constituents, bioactive compounds and health-promoting benefits of wine skin pomace / He Z [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. — 2024. — Vol. 64, Iss. 22. — P. 8073-8090. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2195495>.
 32. Phenolic composition of grape pomace and its metabolism / Chenlu Yang [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. — 2024. — Vol. 64, Iss. 158. — P. 4865-4881. — Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2146048>.
 33. Научное обоснование глубокой переработки и направленного использования отходов производства фруктовых дистиллятов в качестве вторичного сырья: отчет о НИР (заключ.): 65.49.91, 65.09 / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; рук. А. А. Шепшелев; исполн.: О. Л. Зубковская [и др.]. — Минск, 2023. — С. 397. — № ГР 20211092.

Информация об авторах

Юденко Ольга Николаевна, кандидат технических наук, начальник отдела технологий виноделия РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: vino@belproduct.com

Dr. Xiangyu Sun, профессор, научный руководитель докторантуры, Колледж Энологии, Северо-западный университет сельского хозяйства и лесного хозяйства (No. 22 Дорога Синонг, демонстрационная зона Янлин, Шэньси, Китай, почтовый индекс: 712100.)

E-mail: sunxiangyu@nwfufu.edu.cn

Dr. Mukesh Kumar Awasthi, докторант, доцент, Колледж природных ресурсов и окружающей среды, Северо-Западный университет сельского хозяйства и лесного хозяйства (Дорога Тайченг 3#, Янлин, Шэньси, Китай почтовый индекс: 712100.)

Email: mukesh_awasthi45@yahoo.com, mukeshawasthi85@nwfufu.edu.cn

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

E-mail: info@belproduct.com

Зубковская Оксана Леонидовна, старший научный сотрудник отдела технологий виноделия РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: vino@belproduct.com

Рабчонок Наталья Ростиславовна, главный специалист отдела технологий виноделия РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: vino@belproduct.com

Сидоренко Анастасия Вячеславовна, кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией «Коллекция микроорганизмов» Института микробиологии НАН Беларуси (ул. акад. В.Ф. Купревича, 2, 220084, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: microbio@mbio.bas-net.by

Information about authors

Yudzenka Volha Nikolaevna, PhD (Engineering), head of winemaking technology department, Scientific-Practical Center for Foodstuffs NAS of Belarus, RUE (29, Kozlova str., Minsk, 220037, Republic of Belarus).

E-mail: vino@belproduct.com

Dr. Xiangyu Sun, Professor, Doctoral Supervisor, College of Enology, Northwest A&F University (No. 22 Xinong Road, Yangling Demonstration Zone, Shaanxi, China, Zip code: 712100)

E-mail: sunxiangyu@nwfufu.edu.cn

Dr. Mukesh Kumar Awasthi, Post-Doctorate, Associate Professor, College of Natural Resources and Environment, Northwest A&F University (Taicheng Road 3#, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Email: mukesh_awasthi45@yahoo.com, mukeshawasthi85@nwfufu.edu.cn

Kamarova Natallya Victorovna, PhD (Engineering), Associate Professor, Deputy General Director for Research and Standardization of Scientific-Practical Center for Foodstuffs NAS of Belarus, RUE (29 Kozlova str., Minsk, 220037, Republic of Belarus).

E-mail: info@belproduct.com

Zubkovskaya Oksana Leonidovna, senior research fellow of winemaking technology department, Scientific-Practical Center for Foodstuffs NAS of Belarus, RUE (29, Kozlova str., Minsk, 220037, Republic of Belarus).

E-mail: vino@belproduct.com

Rabchonak Natallya Rostislavovna, chief specialist of winemaking technology department, Scientific-Practical Center for Foodstuffs NAS of Belarus, RUE (29, Kozlova str., Minsk, 220037, Republic of Belarus).

E-mail: vino@belproduct.com

Sidarenka Anastasia Vyacheslavovna, PhD (Biology), Associate Professor, Head of the laboratory «Collection of Microorganisms» of Institute of Microbiology, NAS of Belarus (2, Kuprevicha st., 220084, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: microbio@mbio.bas-net.by

УДК 664.78+621.7

Поступила в редакцию 26.05.2025
Received 26.05.2025

**Л. В. Евтушевская, Н. Н. Петюшев, Ю. С. Усень,
М. Ю. Уложина, Д. И. Гоман.**

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ КРУПЯНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Аннотация. В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению оптимальных параметров процессов тепловой и низкотемпературной обработки крупяного и фруктово-овощного сырья, их влияние на качественные и технологические свойства крупяных полуфабрикатов с целью дальнейшей разработки технологии производства формованных крупяных полуфабрикатов высокой степени готовности, обогащенных белком, пищевыми волокнами, с низким содержанием соли и сахара.

Ключевые слова: крупяные полуфабрикаты, технология, процессы, фруктово-ягодное и овощное сырье, рецептурные составы, органолептические показатели, пищевая ценность.

**L. V. Yevtushevskaya, N. N. Petyushev, Yu. S. Usenya,
M. Yu. Ulozhinova, D. I. Homan**

*RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food»,
Minsk, Republic of Belarus*

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE PRODUCTION OF SEMI-FINISHED CEREALS

Abstract. The article presents the results of theoretical and experimental studies to determine the optimal parameters of the processes of thermal and low-temperature processing of cereals and fruit and vegetable raw materials, their impact on the qualitative and technological properties of semi-finished cereals in order to further develop the technology for the production of molded semi-finished cereals with a high degree of readiness, enriched with protein, dietary fiber, low in salt and sugar.

Keywords: semi-finished grain products, technology, technological processes, fruit, berry and vegetable raw materials, formulations, organoleptic characteristics, nutritional value.

Введение. Питание человека является важнейшим фактором, обеспечивающим нормальный рост и развитие человека, способствует профилактике заболеваний, продлению жизни людей, повышению работоспособности и создает условия для адекватной адаптации к окружающей среде.

Что касается питания населения нашей страны, то у большинства, по оценке специалистов, выявлены нарушения полноценного питания, обусловленные как недостаточным потреблением пищевых веществ, так и нерациональным их соотношением. В этом аспекте не вызывает сомнений, что неотъемлемым атрибутом полноценного питания должны быть злаковые культуры и продукты их переработки (крупы).

Крупяные продукты являются важнейшим источником минеральных и витаминных соединений, а также пищевых волокон, естественно содержащихся в продукте в виде интактных комплексов, которые активизируются в толстом кишечнике лишь после гидролиза усвояемых нутриентов, что благоприятно влияет на организм человека.

Высокое качество готовых крупяных блюд можно сформировать за счет сбалансированного химического состава, высоких органолептических показателей, улучшения перевариваемости и усвояемости, сохранности при хранении.

На сегодняшний день актуальным является насыщение внутреннего рынка отечественными крупяными полуфабрикатами, обогащенных натуральными компонентами [1–5].

Цель работы — исследование способов и параметров термической обработки крупяного и фруктово-овощного сырья на изменение качественных характеристик быстрозамороженных крупяных полуфабрикатов высокой степени готовности, обогащенных белком, пищевыми волокнами, с низким содержанием соли и сахара.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований выбраны такие крупяные полуфабрикаты, как крупеники, запеканки, пудинги, манник и биточки, изготовленные на основе каш различной консистенции с добавлением ягод, фруктов, овощей и др. пищевых ингредиентов, обеспечивающих обогащение полуфабрикатов белком и пищевыми волокнами.

Набухаемость крупы определяли, измеряя объем набухшей крупы после ее смешивания с водой и набухания в течение 24 часов в состоянии покоя при комнатной температуре. Для этого навеску крупы массой 5 г при перемешивании перенесли в химический стакан, в который предварительно налили 80 см³ дистиллированной воды. Тщательно перемешали и довели общий объем водой до 100 см³.

Набухающую способность определяли отношением объема крупы в цилиндре после отстаивания (см³) к массе навески крупы (г). Набухаемость (H , см³/г) рассчитывали по формуле (1):

$$H = \frac{V}{m}, \quad (1)$$

где V — объем набухшей крупы, см³; m — масса навески крупы, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допустимое расхождение между которыми не превышало 5% [6].

Развариваемость круп определяли по ГОСТ 26312.2-84 — с момента погружения стакана с крупой в кипящую баню до окончания варки — до момента ее готовности (в минутах). Крупу перед определением развариваемости не мыли [7].

Сваренной считалась крупа совершенно мягкая, но не деформированная, которая при раздавливании между стеклами не имела мучнистых непроваренных частиц.

Коэффициент развариваемости определяли отношением объема каши (мл) к объему крупы взятой для варки.

Водосвязывающую способность (ВСС) определяли методом центрифугирования [6].

Для определения ВСС набухшую навеску крупы центрифугировали при 3000 мин⁻¹ в течение 15 мин. Надосадочную жидкость сливали и осадок взвешивали. ВСС (в %) определяли по формуле (2):

$$B = 100 \times \frac{(c - b)}{a}, \quad (2)$$

где c — масса центрифужной пробирки с набухшей крупой, г; b — масса центрифужной пробирки, г; a — навеска крупы, г.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследований были определены основные функционально-технологические свойства сырья и полуфабрикатов, изучены изменения, происходящие в крупах при их подготовке и тепловой обработке.

В процессе исследований определен ассортимент крупяных полуфабрикатов, их характеристика и виды круп (табл. 1).

Крупяные изделия готовили из вязких и рассыпчатых каш (от 40% до 62% в составе рецептуры) с добавлением творога, орехов, сухофруктов (изюм, курага, чернослив, сушеная клюква), свежих фруктов и овощей (яблоки, морковь), ягод, семян (льна, Чиа) и семечек тыквы, что позволило повысить их пищевую ценность (с содержанием белка от 12 г до 17 г/100 г продукта, пищевых волокон более 3,0 г / 100 г продукта, соли не более 0,12 г/100 г, сахара не более 0,5 г/100 г) [8].

Процесс приготовления крупяных полуфабрикатов включал следующие операции: подготовка сырья; тепловая обработка сырья; смешивание рецептурных ингредиентов; формование; запекание; замораживание полуфабрикатов; разогрев до готовности.

Важными показателями, влияющими на качество крупяных изделий, являются влажность и консистенция каш для каждого вида крупы, набухаемость, развариваемость, влагоудержи-

вающая и влагосвязывающая способность сырья, органолептические показатели (внешний вид, цвет, вкус, запах, консистенция).

Таблица 1. Характеристика крупяных продуктов
Table 1. Characteristics of cereal products

Вид продукта	Описание	Крупы
Крупеник	Крупеник — это запеканка из гречневой или полтавской крупы (целое или дробленое шлифованное зерно твердой пшеницы, без зародыша и частично без оболочек) с творогом и яйцом.	Гречневая
Запеканка (пудинг (англ.), лазанья (итал.), лапшевик (рус.))	Запеканка — это блюдо из измельченных пюреобразных продуктов и связывающего компонента, которое запекают в духовке, на пару, в мультиварке, микроволновке. Запеканки бывают сладкие, десертные, и закусочные. Закусочные запеканки делают из овощей, круп и макаронных изделий, в их состав входят мясо, мясной фарш, рыба, сыр.	Рисовая
Манник	Выпечка из манной крупы или муки, сахара, яиц и топленого масла, которая может быть приготовлена с различными добавками, такими как ваниль, какао порошок, орехи и кокосовая стружка.	Манная
Пудинг	Запеканка со взбитыми белками в формах.	Рисовая, пшеничная
Биточки	Готовят из охлажденной каши с добавками, формируют в виде круглых котлет, панируют в сухарях и обжаривают.	Ячневая, пшеничная, пшеничная

Замачивание и варка относятся к тем процессам, которые способны изменить структуру крупы и вызвать размягчение тканей. При взаимодействии крупы с водой она набухает, т.е. значительно увеличивается объем и масса продукта [9].

Способность крупы поглощать воду при замачивании объясняется гидрофильными свойствами содержимого клеток и клеточных стенок: белковых веществ, крахмала, пектиновых веществ, гемицеллюлозы, клетчатки [8–10]. Результаты исследований набухающей способности различных видов круп представлены на рисунке 1.

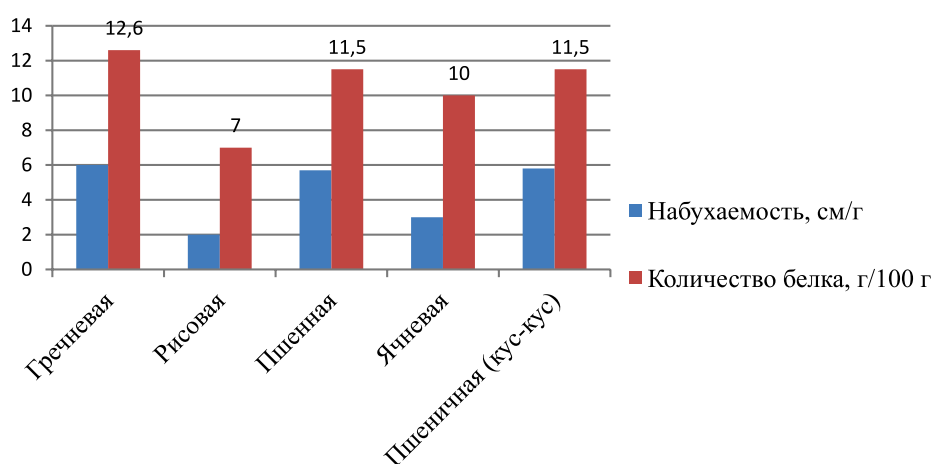


Рис. 1. Набухаемость различных видов круп
Fig. 1. Swelling of various types of cereals

Исходя из полученных данных (рис. 1) установлено, что поглощение влаги и ее продвижение внутрь зерен крупы в процессе замачивания протекает у разных видов круп неодинаково. Так, набухаемость круп варьирует от 2,0 до 6,0 см³, что обусловлено влиянием белка. Чем выше содержание белка, тем выше набухаемость. Кроме того, набухающая способность круп позволит снизить потери питательных веществ при использовании такого технологического приема как замачивание.

Тепловая обработка сырья и пищевых продуктов заключается в их нагреве с целью доведения до заданной степени готовности. В процессе тепловой обработки продукция обеззараживается и повышается ее усвояемость. Улучшение усвояемости продуктов, прошедших тепловую обработку, обусловлено следующими причинами:

- ♦ продукты размягчаются, легче разжевываются и смачиваются пищеварительными соками;
- ♦ белки при нагревании изменяются (денатурируют) и в таком виде легче перевариваются;
- ♦ крахмал превращается в клейстер и легче усваивается;
- ♦ образуются новые вкусовые и ароматические вещества, возбуждающие аппетит и, следовательно, повышающие усвояемость;
- ♦ теряют активность содержащиеся в некоторых сырых продуктах антиферменты, тормозящие процесс пищеварения [9,10].

Проведены исследования по определению развариваемости круп (табл. 2).

Таблица 2. Развариваемость круп
Table 2. Digestibility of cereals

Вид продукта	Содержание крахмала, %	Развариваемость, мин	Коэффициент развариваемости
Гречневая крупа	60,7	24	4,6
Ячневая крупа	65,2	35	4,8
Манная крупа	67,4	7	4,8
Рисовая крупа	70,7	25	5,0
Крупа пшено	64,8	29	4,7
Пшеничная крупа (кус)	68,5	5	4,9

На основании полученных данных представленных в таблице 2 установлено, что коэффициент развариваемости различных видов круп составил от 4,6 до 5,0, что обусловлено содержанием крахмала в крупе. Так, чем выше содержание крахмала, тем выше коэффициент развариваемости. Определено, что время развариваемости круп зависит от их сортовых особенностей и способов их обработки. Так, развариваемость манной крупы и кус-кус меньше, чем у остальных видов круп, за счет того они имеют наименьшие размеры частиц, а, следовательно, наибольшую дисперсность и удельную поверхность.

Показатель ВСС (водосвязывающая способность) характеризует то количество влаги, которое способно связать крупы в процентном соотношении к собственной массе. Водосвязывающая способность (ВСС) определяет свойства каш на различных стадиях технологической обработки и влияет на влагоудерживающую способность готовых продуктов, их качество и выход, влияет на органолептические показатели (внешний вид, консистенция), синерезис (самопроизвольное уменьшение объема продукта в процессе хранения, сопровождающееся выделением жидкой фазы либо к повышению величины потерь массы продукта при хранении), величину выхода продукта, сроки годности [8-10].

В лабораторных условиях проведены исследования по определению водосвязывающей способности различных видов круп. Полученные результаты представлены на рисунке 2.

Анализ полученных данных, представленных на рисунке 2, показал, что при термической обработке наибольшей водосвязывающей способностью обладают рисовая крупа и крупа пшено (70,4 % и 71,3 % соответственно).

Для проведения дальнейших исследований проводили подготовку крупы. Пшено и рисовую крупы сначала промывали теплой (40 °С), а затем горячей (60-70 °С) водой, ячневую и гречневую крупы — только теплой водой (2-3 л воды на 1 кг крупы). Промывали крупы 2 раза, каждый раз меняя воду. Не промывали манную крупу.

В результате промывки круп было установлено, что в крупах остается от 15 % до 30% воды (по отношению к массе крупы до промывки). Данный факт учитывали при дальнейшей тепловой обработке крупы.

Так как для получения крупяных изделий используют каши различной консистенции (запеканки готовят на основе вязких или рассыпчатых каш, пудинги и крупеники на основе рассыпчатых каш, котлеты и биточки на основе густой вязкой каши) проведены исследования по получению каш необходимой консистенции и влажности для каждого вида крупы с использованием процесса варки. Полученные результаты представлены в таблице 3.

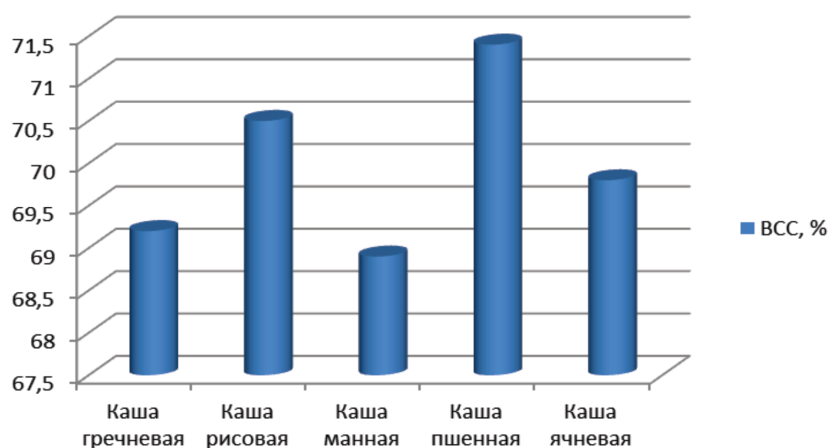


Рис. 2. Функционально-технологические свойства круп при варке
Fig. 2. Functional and technological properties cereals during cooking

В связи с тем, что планируется получение порционных крупяных полуфабрикатов высокой степени готовности, то определены порции каждого вида изделий: для запеканки, крупеника — 260 г, пудинга — 230 г, биточков — 280 г.

Таким образом, на основании полученных данных, представленных в таблице 3, в зависимости от вида крупы и необходимой консистенции каши установлен привар для различных видов круп (от 110% до 350%), влажность каши (от 60% до 81%), выход готовой каши (от 210 до 450 г). Установлено, что на консистенцию каши влияют количество жидкости и белка.

Таблица 3. Характеристика каш после варки
Table 3. Characteristics of porridges after cooking

Вид крупы	Количество жидкости, мл на 100 г крупы	Привар, %	Количество белка/крахмала, г/100 г	Консистенция каши	Влажность каши, %	Выход готовой каши, г	Порция готового изделия, г
Ячневая (биточки)	360	350	10,0/65,2	Вязкая	81	450	280
Гречневая (крупеник)	165	110	12,6/60,7	Рассыпчатая	60	210	260
Манная (манник)	360	350	10,3/67,4	Вязкая	81	450	260
Рисовая (запеканка)	360 210	350 180	7,0/70,7	Вязкая Рассыпчатая	81 70	450 280	260
Крупа пшено (пудинг)	180	150	11,5/64,8	Рассыпчатая	66	250	230

В результате исследований определено, что при тепловой обработке (варке) крупы претерпевают ряд изменений их физико-химических свойств, что приводит к размягчению структуры зерен крупы, изменению их консистенции и массы.

В процессе варки под действием проникающей влаги и температуры происходит деструкция клеточных стенок и разрыхление структуры эндосперма за счет набухания и клейстеризации крахмала. Увеличение массы круп происходит в основном за счет обводнения крахмальных зерен и белка эндоспермы крупяных зерен.

При замачивании и в начале нагревания белки круп, поглощая воду, набухают. При дальнейшей варке, по мере повышения температуры, происходит перераспределение влаги внутри зерен. Белки в процессе варки денатурируют (свертываются), а поглощенная ими при замачивании вода выpressовывается и поглощается клейстеризующимся крахмалом. При клейстеризации поглощается воды от 150 (гречневая крупа) до 300% (манная, рисовая) массы крахмала.

Скорость перераспределения влаги у различных круп разная, что зависит от физико-химических свойств зерна. При клейстеризации крахмала вместе с водой поглощаются и водорастворимые вещества, что способствует лучшему усвоению блюд из круп. При этом, чем выше влажность каши, тем больше растворимых пищевых веществ она содержит [5,9,10].

Определяли влияние процесса замачивания на время варки различных видов круп. В результате анализа полученных данных, определено, что время замачивания различных видов круп (т.е. время полного насыщения крупы водой) составило от 30 до 120 мин.

Кроме того установлено, что в результате применения замачивания крупы сокращено время варки на 30%, в связи с тем, что вода разрыхляет клеточную структуру крупы.

После варки крупяные каши охлаждали до температуры 60°C–70°C смешивали с предварительно подготовленными компонентами, согласно ранее разработанных рецептурных составов, формовали, запекали в параконвектомате и замораживали.

Проведены исследования по влиянию условий замораживания (шоковая заморозка и заморозка в холодильной камере), толщины изделий на изменение качественных показателей и продолжительность низкотемпературной обработки крупяных полуфабрикатов [11].

В результате исследований установлено, что для изделий с толщиной слоя 2,5–3,0 см время шоковой заморозки составило 20 мин, холодильной заморозки — 2,5 ч. Утрата массы крупяных изделий за счет потери влаги после размораживания при шоковой заморозке составила 0,2–0,3%, при замораживании в холодильных камерах — 1–3%. Это связано с тем, что при шоковой заморозке значительно выше скорость замораживания, кристаллы льда значительно меньше по размеру, что положительно влияет на внешний вид продукта и пищевую ценность продукта.

Заключение. В лабораторных условиях проведен ряд исследований по получению таких крупяных полуфабрикатов, как крупеники, запеканки, пудинги, манник и биточки. Изучены и исследованы функционально-технологические свойства (физико-химические, структурно-механические и органолептические) крупяных полуфабрикатов в процессе подготовки сырья, его тепловой и низкотемпературной обработки, установлено влияние условий замораживания (шоковая заморозка и заморозка в холодильной камере), толщины изделий на продолжительность замораживания, массу и внешний вид продукта, что позволит разработать научно-обоснованную технологию получения крупяных полуфабрикатов высокой степени готовности, обогащенных белком, пищевыми волокнами, с низким содержанием соли и сахара.

Список использованных источников

1. Скурихин, И. М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. — М.: ДеЛи принт, 2007. — С. 276.
2. Ковалев, Н. И. Новое о пищевой ценности крупяных блюд / Н. И. Ковалев, Е. В. Зачиняева // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 1997. — № 4-5 — С 28-30.
3. Бачурская, Л. Д. Пищевые концентраты / Л. Д. Бачурская, В. Н. Гуляев // М.: Пищевая промышленность, 1976. — С. 329.
4. Колесникова, Н. В. Научные принципы конструирования комбинированных продуктов питания : метод. указ. / Н. В. Колесникова, С. Ю. Лескова, И. В. Брянская. — Улан — Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005. — С. 45.
5. Нечаев, А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев. — СПб.: ГИОРД, 2007 — С. 634.
6. Остриков, А. Н. Коэкструзионные продукты: новые подходы и перспективы / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, И. Ю. Соколов ; под ред. А. Н. Острикова. — М. : ДеЛи принт, 2009. — С. 232.
7. Крупа. Метод определения органолептических показателей развариваемости гречневой крупы и овсяных хлопьев: ГОСТ 26312.2-84. — Введ. 01.01.1986. — Минск: Госстандарт: Белорус. Гос. Ин-т стандартизации и сертификации, 2011. — С. 12.
8. Урубков, С. А. Разработка рецептур каш и крупяных продуктов для диетического профилактического питания / С. А. Урубков, А. А. Королев, С. О. Смирнов // Техника и технология пищевых производств. — 2022. — Т. 52. — № 3. — С. 536–544. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-3-2380>.
9. Де-Соуза Л. Д. К. Совершенствование технологии тепловой обработки предварительно вакуумированных пищевых систем на основе круп, овощей и мяса птицы: автореф дис. ... канд. техн. наук / Воронеж. гос. ун-т инж. технологий. — Воронеж, 2013. — С. 22.
10. Ханнин, В. П. Исследование физико-механических свойств пищевых продуктов: методические указания по курсу физико-механические свойства пищевых продуктов / В. П. Ханнин, В. П. Попов, С. В. Антимонов, М. Ю. Шрейдер / — Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. — С. 40.

11. Рощина, Е. В. Шоковая заморозка булочных изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья на предприятиях общественного питания / Е. В. Рощина, Р. З. Григорьева, С. Ю. Баранец [и др.] // Техника и технология пищевых производств. — 2020. — Т. 50, № 3. — С. 439–449. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-3-439-449>.

Информация об авторах

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

E-mail: olishenia@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

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

E-mail: petushev@belproduct.com

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

E-mail: Yulia1484@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

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

E-mail: ml0510@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

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

E-mail: potato@belproduct.com

Information about authors

Yevtushevskaya Liudmila Vladimirovna, PhD (Engineering), head of Department of the technology of tuberous root products, RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: olishenia@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

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

E-mail: petushev@belproduct.com

Usenia Yuliya Sergeevna, PhD (Engineering), Senior researcher, deputy head of Department of the technology of tuberous root products RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: Yulia1484@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

Ulozhinova Marina Yuryevna, Senior PhD (Engineering), researcher of Department of the technology of tuberous root products, RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: ml0510@mail.ru

E-mail: potato@belproduct.com

Homan Dmitry Josephovich, researcher of Department of the technology of tuberous root products, RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on food” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: potato@belproduct.com

УДК 664.87 : 339.138

Поступила в редакцию 26.05.2025
Received 26.05.2025**М. И. Гарлинская, К. Н. Гершончик***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ
ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПОЛУФАБРИКАТОВ МУЧНЫХ
ИЗДЕЛИЙ ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ**

Аннотация. В данной статье проведен анализ потребительских предпочтений полуфабрикатов мучных изделий, которые выпускаются на белорусских предприятиях, а также проведены исследования по изучению спроса среди населения на данный вид продукции. Определены наиболее востребованные потребителями критерии при выборе полуфабрикатов мучных изделий, в том числе повышенной пищевой ценности и гепатопротекторного действия. Маркетинговое исследование проведено с помощью метода опроса респондентами от 18 лет и старше. На основе проведенного исследования выполнен статистический анализ данных с последующим представлением результатов и их интерпретацией.

Ключевые слова: маркетинговые исследования, продукты переработки семян масличных культур, полуфабрикаты мучных изделий, гепатопротекторное действие.

M. I. Garlinskaya, K. N. Gershonchik*RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus***MARKETING RESEARCH TO STUDY CONSUMER PREFERENCES FOR
SEMI-FINISHED FLOUR PRODUCTS WITH HIGH NUTRITIONAL VALUE**

Abstract. This article analyzes consumer preferences for semi-finished flour products manufactured at Belarusian enterprises, and also conducts research to study population demand for this type of product. The most popular criteria for consumers when choosing semi-finished flour products, including those with increased nutritional value and hepatoprotective action, are determined. The marketing research was conducted using a survey method with respondents aged 18 and older. Based on the research, a statistical analysis of the data was performed, followed by presentation of the results and their interpretation.

Keywords: marketing research, processed oilseed products, semi-finished flour products, hepatoprotective action.

Введение. При проведении маркетингового исследования потребительских предпочтений на тот или иной продукт можно определить основные факторы, которые влияют его выбор. По результатам анализа анкет специалисты могут спрогнозировать форму, вкус и цвет разрабатываемого продукта с заданным химическим составом и пищевой ценностью. Проводимые маркетинговые исследования потребительских предпочтений помогают определить степень удовлетворенности покупателей тем или иным товаром, подобрать наилучшее соотношение цена/качество [1 — 4].

В традиционной структуре питания населения пользуются спросом мучные кондитерские изделия (печенье, кексы, вафли и др.), ассортимент которых широко представлен на отечественном рынке. Свежие мучные кондитерские изделия можно быстро приготовить в условиях малых предприятий и в домашних условиях, используя полуфабрикаты мучных изделий, которые на предприятиях скомпонованы по содержанию основных и вспомогательных компонентов. Отечественными предприятиями вырабатывается порядка 30 наименований полуфабрикатов мучных изделий [5].

Целью данной статьи является изучение потребительского спроса на полуфабрикаты мучных изделий, в том числе повышенной пищевой ценности.

Материалы и методы исследований. В данной работе использовали методы наблюдения, анализа, обобщения, методы товароведческой экспертизы, а также статистические методы для обработки результатов. Для изучения потребительских предпочтений полуфабрикатов мучных изделий на отечественном рынке в 2022 году проведен опрос в виде индивидуального очного и заочного анкетирования различных групп населения Республики Беларусь. При составлении анкеты использовали GoogleForm. В части некоторых вопросов респондентам предлагалось ответить самим на поставленный вопрос, в других вопросах — выбрать из предложенных вариантов, а также оставить свой вариант при отсутствии удовлетворяющего варианта из предложенных.

Объем выборки составил 384 человека. Целевая группа исследования — мужчины и женщины в возрасте от 18 лет и старше. В анкетировании принимали участие представители разных социальных групп. Наиболее многочисленную группу респондентов составили госслужащие (64,4 %) и рабочие (13,3 %), пенсионеры составили 10 %, студенты — 6,25 %, другие — 6 %.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведен анализ рынка полуфабрикатов мучных изделий, в результате которого установлено, что отечественные предприятия больше всего производят смеси для приготовления блинов (26 %), доля смесей для приготовления оладий и пиццы составляет 17 %. Меньшим ассортиментом представлены смеси для приготовления хлеба, кексов и пончиков: 10 %, 7 % и 5 % соответственно. Всего 3 % из всех выпускаемых полуфабрикатов мучных изделий — для выпечки печенья, пирогов, маффинов и хвороста. Сухие смеси для приготовления печенья представлены только 2 торговыми марками: «Печенье домашнее с изюмом» торговой марки «Спадарыня» и «Печенье домашнее» ОАО «Климовичский комбинат хлебопродуктов». Единичными наименованиями представлены смеси для приготовления беляшей, булочки домашней и торта «Космос», доля которых составляет 2 % от всего объема отечественных полуфабрикатов мучных изделий. Следует отметить, что на рынке отсутствуют смеси повышенной пищевой ценности отечественного производства. В связи с чем, разработка полуфабрикатов мучных изделий для приготовления печенья повышенной пищевой ценности с использованием продуктов переработки масличного сырья (кунжутной, тыквенной, льняной, конопляной муки, шрота расторопши пятнистой) является актуальным направлением научных исследований [5 — 9].

На следующем этапе работы проведено анонимное анкетирование, вопросы которого были разбиты на два блока. В первом — проведен анализ будущего потребителя разрабатываемого продукта (определены возраст, социальное положение и пищевые привычки).

Второй блок вопросов позволял оценить предпочтения респондентов по выбору полуфабрикатов мучных изделий, проведена оценка основных факторов, которые влияют на выбор и покупку обогащенных продуктов. Опрос респондентов также позволил оценить готовность приобретать продукты, содержащие растительное сырье с гепатопротекторными свойствами для поддержания функций печени.

Анализ полученных результатов показал, что 59,8 % среди опрошенных периодически используют пищевые концентраты при приготовлении блюд в домашних условиях. Положительное отношение к пищевым концентратам отметили 27,7 % участников анкетирования.

Среди опрошенных 47,2 % используют полуфабрикаты мучных изделий по мере необходимости, из числа данной группы 48,7 % опрошенных готовят печенье, используя готовые сухие смеси.

При проведении анализа реализуемых в торговых сетях Республики Беларусь полуфабрикатов мучных изделий, установлено, что респонденты хотя бы раз приобретали следующие полуфабрикаты мучных изделий: ОАО «Климовичский комбинат хлебопродуктов», «Гаспалдар», «Уладар», «Спадарыня», ОАО «Лидская мука», «Чудесница», «Столичная мельница», «Гарнец», «Dr. Oetker», «С.Пудовъ», «Полезно», «Печем дома», «Тестовъ», однако 40 человек предложили расширить ассортимент выпускаемых полуфабрикатов мучных изделий, например, на рынке не хватает готовых смесей для выпечки круассанов, а также с содержанием цельнозерновой и других видов муки.

На следующем этапе проводимых исследований определяли отношение респондентов к обогащенным продуктам питания. Результаты представлены на рисунке 1. 62,4 % респондентов знакомы с обогащенными продуктами питания и периодически их приобретают. При этом, 19,4 % участников исследования постоянно употребляют обогащенные продукты питания.

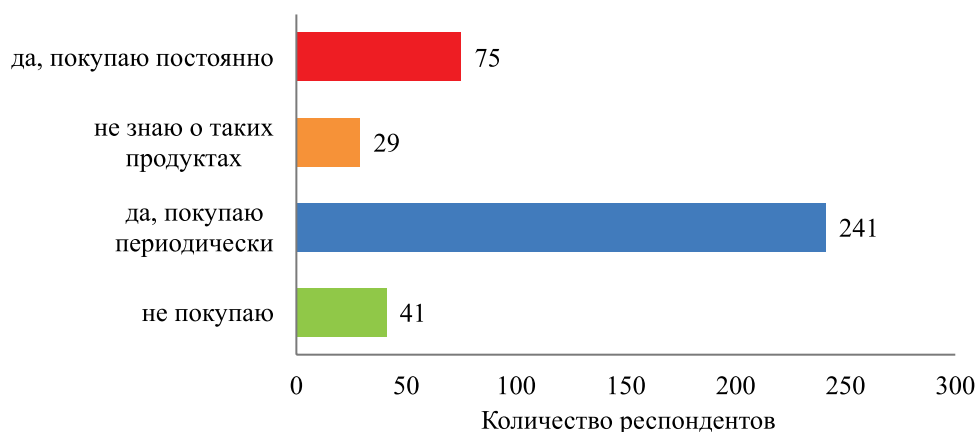


Рис. 1. Результаты анализа использования потребителями в рационе обогащенных продуктов питания (витаминами, минералами, пищевыми волокнами и др.)

Fig. 1. Results of the analysis of the use of fortified foods (vitamins, minerals, dietary fiber, etc.) in the diet of consumers

При проведении маркетинговых исследований установлено, что 51,8 % потребителей заинтересованы в продукции, обогащенной витаминами и минералами, 42 % респондентов — полиненасыщенными жирными кислотами (ω -3, ω -6), 38,9 % респондентов — пищевыми волокнами.

В ходе проведения интервьюирования по определению факторов, которые влияют на выбор обогащенного продукта, 74,4 % опрошенных указали пользу продукта для здоровья, при этом 65 % респондентов обратили внимание на состав продукта, а стоимость продукта оказалась существенным критерием для 43,5 % респондентов.

При выпуске продукта с измененным рецептурным составом важным критерием является сохранение привычных органолептических свойств, а также готовность потребителей к изменению вкуса, запаха, текстуры в новом продукте питания. В данном исследовании респондентам было предложено представить, смогут ли они приобретать продукт с незначительными изменениями во вкусе, запахе, структуре при условии улучшения его состава. Результаты опроса представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Результаты опроса респондентов об использовании нового обогащенного продукта с пользой для здоровья при условии незначительного изменения вкуса, аромата или внешнего вида

Fig. 2. Results of a survey of respondents on the health benefits of using a new fortified product with little change in taste, aroma or appearance

Установлено, что 49,5 % человек среди опрошенных готовы принять продукт и считают, что польза для здоровья важнее. 33,4 % респондентов смогут попробовать продукт даже при незначительном изменении его привычных вкуса, аромата или внешнего вида.

Результаты анализа анкетирования показали, что 66,8 % респондентов намерены приобретать и использовать в рационе полуфабрикаты мучных изделий с добавлением продуктов переработки масличного сырья при доказанной пользе для здоровья. Данную группу продуктов при условии приятного вкуса готовы приобретать 45,1 % человека среди опрошенных.

Следует отметить, что 42 % респондентов готовы приобретать полуфабрикаты мучных изделий повышенной пищевой ценности с увеличением стоимости до 25 %, а для 27,5 % участников анкетирования не важна стоимость продукта, если он полезен.

На следующем этапе проведены исследования по отношению респондентов к продуктам, которые содержат растительное сырье с гепатопротекторными свойствами для поддержания функций печени. Результаты исследований представлены на рисунке 3.

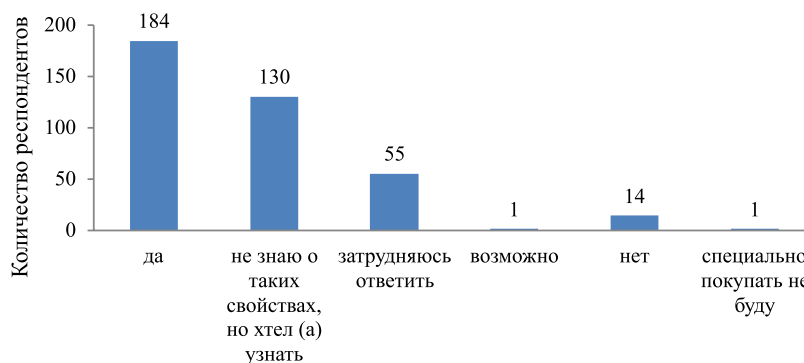


Рис. 3. Результаты опроса респондентов об использовании в своем рационе продуктов, которые содержат растительное сырье с гепатопротекторными свойствами

Fig. 3. Results of a survey of respondents about the use in their diet of products that contain plant materials with hepatoprotective properties

В результате интервьюирования установлено, что 47,5 % респондентов готовы приобретать продукты питания, содержащие растительные компоненты, оказывающие положительное влияние на функции печени. При этом, 33,7 % не знают о таких свойствах, но у них вызывает интерес данная информация.

Заключение. Анализ рынка полуфабрикатов мучных изделий показал, что разнообразным ассортиментом представлены сухие смеси для производства хлеба, оладий, блинов, кексов, однако выпускается всего две позиции сухих смесей для приготовления печенья, при этом основным рецептурным компонентом данных смесей является пшеничная мука.

Результаты проведенных исследований потребительских предпочтений позволили установить, что разработка полуфабрикатов мучных изделий повышенной пищевой ценности является актуальным направлением научных исследований. Результаты анкетирования различных групп населения показывают заинтересованность потребителей в отечественном продукте, а именно: 66,8 % потребителей заинтересованы в появлении на рынке полуфабрикатов мучных изделий повышенной пищевой ценности, при этом 33,4 % выразили заинтересованность при условии пользы для здоровья с незначительным изменением органолептических показателей.

Анализ потребительских предпочтений показал, что разработанные полуфабрикаты мучных изделий с включением продуктов переработки масличного сырья будут пользоваться спросом, так как являются востребованными для белорусских потребителей ввиду отсутствия аналогичного продукта на отечественном рынке.

Список использованных источников

1. Почицкая, И. М. Изучение потребительских предпочтений рыбных продуктов в Республике Беларусь / Почицкая И. М., Комарова Н. В., Красовская Е. С. // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2017. — №3. — С. 88-98.
2. Толкунова, Н. Н. Выявление потребительских предпочтений в группе хлебобулочных и мучных кондитерских изделий с начинками / Толкунова Н. Н., Жучков А. А., Ашихина М. П. // Научные записки. ОрелГИЭТ. — 2017. — №1 (19). — С. 112-114.
3. Ефремов, Ю. А. Изучение потребительского спроса на обогащенные продукты питания в алтайском крае и воронежской области / Ю. А. Ефремов, Ю. А. Сафонова, И. М. Жаркова, Д. М. Бородин, А. В. Коркина // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — № 1 (72). — 2022. — С. 108-112.
4. Святкина, Л. И. Современные технологии в формировании качества и потребительских свойств мучных кондитерских изделий / Л. И. Святкина, В. Я. Андрухова // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — № 2 (73). — 2022. — С. 88-93.

5. Гарлинская, М. И. Анализ пищевой и биологической ценности полуфабрикатов мучных изделий, обогащенных продуктами переработки семян масличных культур / М. И. Гарлинская, К. Н. Гершончик, Ю. С. Усеня, Л. В. Филатова, В. Л. Рослик // Наука, питание и здоровье : сб. науч. тр. В 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. З. В. Ловкиса / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию. — Минск : Беларуская навука, 2021. — с. 110-116.
6. Калинкина, Н. О. Обогащение сдобного печенья белком и пищевыми волокнами / Н. О. Калинкина, Е. Ю. Егорова // Ползуновский вестник. — 2019. — № 1. — С. 17-22.
7. Ушакова, Ю. В. Влияние состава композитных смесей с пониженным содержанием глютена на реологические свойства теста / Ю. В. Ушакова, Е. М. Паськова, Г. Е. Рысмухамбетова, Т. Б. Кулеватова // Новые технологии. — 2020. — Т. 15. — № 4. — С. 74-83.
8. Садыгова, М. К. Технологические решения при производстве песочного печенья с обогащающими добавками / М. К. Садыгова [и др.] // Вестник РГАТУ. — № 3 (39). — 2018. — С. 113-118.
9. Антонова, В. А. Расторопша пятнистая как ценная нетрадиционная добавка для мучных кондитерских изделий / В. А. Антонова, И. И. Багаутдинов // Материалы XI Национальной научно-практической конференции молодых ученых «Наука молодых — инновационному развитию АПК» : сб. Ч. II // Башкирский государственный аграрный университет. — Уфа, 04 декабря. — 2018. — С. 99-104.

Информация об авторах

Гершончик Ксения Николаевна, кандидат технических наук, заведующий сектором кондитерской отрасли отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: candy@belproduct.com

Гарлинская Марина Игоревна, младший научный сотрудник сектора кондитерской отрасли отдела технологий кондитерской и масложировой продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: candy@belproduct.com

Information about authors

Gershonchik Ksenia Nikolaevna, PhD (Technical), head of the sector of the confectionery branch department of technologies of confectionery and fat-and-oil products The Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: candy@belproduct.com

Garlinskaya Marina Igorevna, Junior Researcher of the confectionery branch sector of the Confectionery and fat-and-oil Products Technology Department The Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: candy@belproduct.com

УДК 001.895:811

Поступила в редакцию 19.05.2025
Received 19.05.2025**И. В. Кривко, М. М. Петухов, А. Н. Лилишенцева***Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь***ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА
ФРУКТОВЫХ КОНСЕРВОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ**

Аннотация. В статье представлены научные аспекты формирования новых видов продуктов для детского питания на основе натуральных обогатителей с учетом медико-биологических требований. Разработка, внедрение и реализация нового ассортимента продовольственных товаров базируется на привлечении новых видов сырья, применение малоотходных и безотходных технологий, внедрении технологий производства продуктов с заданным химическим составом и потребительскими свойствами.

Ключевые слова: детское питание, пищевые добавки, технология, качество, безопасность.

I. V. Krivko, M. M. Petukhov, A. N. Lilishentseva*Educational Institution «Belarusian State Economic University», Minsk, Republic of Belarus***TECHNOLOGICAL ASPECTS OF EXPANDING THE RANGE OF CANNED
FRUIT FOR BABY FOOD**

Abstract. The article presents scientific aspects of the formation of new types of products for baby food based on natural fortifiers taking into account medical and biological requirements. The development, implementation and sale of a new range of food products is based on the attraction of new types of raw materials, the use of low-waste and waste-free technologies, the introduction of technologies for the production of products with a given chemical composition and consumer properties.

Key words: baby food, food additives, technology, quality, safety.

Введение. Основой формирования здоровья детей и необходимым условием их гармоничного роста, физического и нервно-психического развития, успешного обучения является полноценное сбалансированное питание.

Разработка, внедрение и реализация нового ассортимента продовольственных товаров базируется на привлечении новых видов сырья, применение малоотходных и безотходных технологий, внедрении технологий производства продуктов с заданным химическим составом и потребительскими свойствами.

В настоящее время максимальная доля функциональных продуктов приходится на молочные продукты и составляет около 5%. В дальнейшем преимущественной группой товаров для создания новых продуктов будет растительная группа. Растения являются основным источником моно- и олигосахаридов, органических кислот, витаминов, клетчатки, минеральных и пектиновых веществ, природных антиоксидантов и других биологически активных веществ.

Целью настоящей работы явилось научное обоснование и разработка технологий продуктов для детского питания на основе натуральных обогатителей с учетом медико-биологических требований.

Объектами исследования являются факторы, формирующие качество плодоовощных консервов для детского питания, для создания условий их гармоничного роста, физического и нервно-психического развития, успешного обучения.

Результаты исследования и их обсуждение. Основой формирования здоровья детей и необходимым условием является полноценное сбалансированное питание. В настоящее время выявлены значительные нарушения в структуре питания подрастающего поколения. Наиболее острой проблемой адекватной обеспеченности детей является дефицит белка, полиненасы-

сыщенных жирных кислот, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ. В связи с этим возникла необходимость в разработке новых видов плодоовощных консервов нутриентно-адаптированных потребностям детского организма.

Особое внимание требует организация питания детей 1-го года жизни. Чем младше ребенок, тем больший приток энергии требуется для покрытия энергетических затрат, связанных с его интенсивным ростом, развитием, обменом веществ и поддержанием основных жизненных функций. Вследствие функциональной незрелости центральной нервной системы, желудочно-кишечного тракта, мочеполовой и других органов и систем организма, высокой напряженностью обменных процессов, растущий организм ребенка быстро реагирует на недостаток или избыток тех или иных пищевых веществ изменением важнейших функций — нарушением физического и психического развития, расстройством деятельности органов, несущих основную функциональную нагрузку по обеспечению обмена веществ, ослаблением естественного и приобретенного иммунитета [1].

Для расширения ассортимента важно включать в рецептуру изделий натуральные продукты и не применять синтетические ингредиенты в виде ароматизаторов, консервантов, антиокислителей и заменителей естественных органических и минеральных комплексов. Такие научные решения позволяют снизить риск возникновения аллергических реакций у детей и дают возможность повысить усвояемость пищевых веществ.

Решение проблем неадекватного питания, связанных с потреблением полуфабрикатов глубокой технологической обработки, фаст-фудов, энергетических напитков низкой физиологической ценности может быть найдено в изменении сложившегося рациона питания населения посредством замещения продуктов с низкой пищевой ценностью на альтернативные продукты, сочетающие насыщенность дефицитными микронутриентами с детоксикационными свойствами, соответствующие потребностям конкретных возрастных групп и региональной принадлежности [2].

Проблема качества и безопасности продуктов детского питания имеет не только гигиеническое, но и важное социальное значение, т.к. является определяющим фактором всего последующего развития человека. Состояние здоровья детского населения, уровень заболеваемости и смертности зависят от качества питания. Рациональное питание, отвечающее физиологическим потребностям растущего организма, обеспечивает гармоничное развитие ребенка, повышает его иммунитет, выносливость к различным неблагоприятным факторам внешней среды.

Использование упаковки для новых видов консервов для детского питания должно полностью соответствовать последним мировым и отечественным тенденциям. Конечно, потребители, которые заботятся о своем здоровье и здоровье близких, особенно детей первого года жизни, хотят покупать качественные и безопасные продукты, и идеальной для этого является стеклянная упаковка. Стекло сохраняет витамины, вкус, свежесть продуктов. Обширные научные исследования доказали, что стекло защищает здоровье потребителей больше, чем любой другой упаковочный материал. Сегодня наряду со стеклянной упаковкой огромную популярность у современных родителей завоевала мягкая упаковка типа «пауч». По мнению потребителей, такая упаковка обладает рядом преимуществ: она легкая и не разобьется, ее удобно брать с собой на прогулку или в путешествие, еще она способствует развитию моторики и самостоятельности у ребенка, который может есть сам [3,4].

Подгруппа продукции детского питания на овощной и фруктово-ягодной основе представлена консервами. Их производят из высококачественных свежих фруктов и овощей. Готовые продукты отличаются приятными вкусовыми свойствами, наиболее благоприятными сочетаниями белков, жиров и углеводов (в соотношении 1:1:2 до 4), а также высоким содержанием витаминов, железа, фосфора и других минеральных веществ. Консервы на фруктово-ягодной и овощной основе представляют собой гомогенизированную пюреобразную смесь. При их изготовлении с целью корректировки органолептических характеристик продуктов, а также повышения пищевой ценности, помимо растительного сырья допускается добавление сахара, молочных и зерновых компонентов и др. [5].

Сырье, используемое в производстве продуктов детского питания, должно соответствовать требованиям технических регламентов Таможенного союза и санитарно-эпидемиологических правил и нормативов, а именно Санитарные нормы и правила «Требования для организаций, осуществляющих производство пищевой продукции для детского питания», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 3 июня 2013 г. № 42, с изменениями 7 сентября 2015 г [5].

Согласно требованиям ТР ТС 021/2021 и Санитарных норм и правил, при производстве продуктов питания для детей раннего возраста запрещено использовать фруктово-овощное

продовольственное сырье с истекшим сроком годности и генетически модифицированное продовольственное сырье и компоненты [6].

Ингредиентный и химический состав продуктов питания для детей раннего возраста не должен содержать:

- ♦ ароматизаторы (допускаются только натуральные вкусоароматические вещества), красители, стабилизаторы, консерванты и другое;
- ♦ искусственные подслащивающие вещества (сахарозаменители) за исключением специализированных продуктов питания для детей, страдающих сахарным диабетом.

При этом ТР ТС 021/2021 допускает использование достаточно широкого перечня витаминов и минеральных солей при производстве пищевой продукции для детского питания. Такая продукция приобретает статус обогащенной. Обогащенная пищевая продукция — пищевая продукция, в которую добавлены одно или более пищевые и (или) биологически активные вещества и (или) пробиотические микроорганизмы, не присутствующие в ней изначально, либо присутствующие в недостаточном количестве или утраченные в процессе производства (изготовления); при этом гарантированное изготовителем содержание каждого пищевого или биологически активного вещества, использованного для обогащения, доведено до уровня, соответствующего критериям для пищевой продукции — источника пищевого вещества или других отличительных признаков пищевой продукции, а максимальный уровень содержания пищевых и (или) биологически активных веществ в такой продукции не должен превышать верхний безопасный уровень потребления таких веществ при поступлении из всех возможных источников (при наличии таких уровней) [6].

Наименования и формы витаминов и минеральных солей, используемых при производстве продукции для детского питания приведены в таблице 1.

К продуктам для детского питания для детей раннего возраста установлены самые жесткие требования по допустимому использованию пищевых добавок. Согласно перечню пищевых добавок, представленному в 3 приложении Технического Регламента Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных веществ», при производстве фруктовых и овощных консервов для детского питания» допускается применение следующих пищевых добавок [7]:

- ♦ для регулирования pH: гидроксид калия (E525), гидроксид кальция (E526), гидроксид натрия (E524), карбонат кальция (E170), лимонная кислота (E330), цитрат калия (E332), цитрат кальция (E333), цитрат натрия (E331), молочная кислота (E270), лактат калия (E326), лактат кальция (E327), лактат натрия (E325), соляная кислота (E507), уксусная кислота (E260), ацетат калия (E261), ацетат кальция (E263), ацетат натрия (E262), яблочная кислота (E296), о-Фосфорная кислота (E338), L-аскорбиновая кислота (E300), L-аскорбат кальция (E302), L-аскорбат натрия (E301), L-аскорбат калия (E303);
- ♦ в качестве загустителей или стабилизаторов: гуаровая камедь (E412), гуммиарабик (E414), камедь рожкового дерева, (E410), ксантановая камедь (E415), пектины (E440) — дозировка не более 10 г/кг, модифицированные крахмалы (E1422, E1414, E1420, E1451, E1412, E1410, E1404, E1413, E1450) — дозировка не более 50 г/кг.

Таким образом, ограниченный круг пищевых добавок направлен на решение следующих технологических задач при разработке и производстве консервов для детского питания для детей раннего возраста. Регуляторы кислотности необходимы для установления и поддержания в пищевом продукте определенного значения pH. Добавление кислот снижает pH продукта, что позволяет применять более щадящие значения температур и времени выдержки для достижения требуемой летальности при разработке и установлении режимов стерилизации. Добавление щелочей имеет обратный эффект: повышает pH. Добавка буферных веществ поддерживает pH на определенном уровне. Компоненты буферной смеси находятся в состоянии химического равновесия. Буферные соли используют чтобы снижать коагуляцию белков, их применение позволяет улучшать текстуру и консистенцию продукта, облагораживать и гармонизировать вкус фруктовых консервов.

Загустители и стабилизаторы по химической природе представляют собой линейные или разветвленные полимерные цепи с гидрофильными группами, которые вступают в физическое взаимодействие с имеющейся в продукте водой. Большинство загустителей являются углеводами (полисахаридами) растительного происхождения, т.е. растительными гидроколлоидами, например E440, E410, E415, E412, к микробным полисахаридам относится E415. Модифицированные крахмалы отличаются способностью формирования стойких студней с холодной водой. Различают крахмалы «холодного» и «горячего» набухания. В производстве консервов для детского питания стабильным преимуществом пользуются крахмалы «горячего» набухания, так как они устойчивы к высоким температурам, интенсивной обработке

(такой как, гомогенизация) и низкому pH, обладают хорошей устойчивостью к эмульгированию, образуют кремообразную и гладкую структуру в продукте.

Таблица 1. Витамины и минеральные соли, используемые при производстве продуктов детского питания
Table 1. Vitamins and mineral salts used in the production of baby food products

Наименование	Форма
Биотин	D-биотин
Витамин D	D ₃ холекальциферол; D ₂ эргокальциферол
Витамин A	Ретинола ацетат; ретинола пальмитат; ретинол; бета-каротин
Витамин B ₁	Тиамина гидрохлорид (тиамина хлорид); тиамина мононитрат
Витамин B ₁₂	Цианкобаламин; гидроксокобаламин
Витамин B ₂	Рибофлавин; рибофлавин-5-фосфат натрия
Витамин B ₆	Пиридоксин гидрохлорид; пиридоксин-5-фосфат; пиридоксин дипальмитат
Витамин E	D-альфа-токоферол; /DL-альфа-токоферол; D-альфа-токоферола ацетат; D/L-альфа-токоферола ацетат
Витамин K	Филлохинон (фитоменадион)
Витамин PP (ниацин)	Никотинамид; никотиновая кислота
Витамин C	L-аскорбиновая кислота; L-аскорбат натрия; L-аскорбат кальция; 6-пальмитил-L-аскорбиновая кислота (аскорбилпальмитат); аскорбат калия
Железо	Железа (II) глюконат; железа (II) сульфат; железа (II) лактат; железа (II) фумарат; железа (III) дифосфат (пирофосфат); железа (II) цитрат; железо (III) аммонийно-цитратное; железа (II) бисглицинат
Инозит	Инозит
Йод	Йодид калия; йодат калия; йодид натрия; йодказеин (при производстве молока питьевого применяются только для питания детей в возрасте старше двух лет)
Калий	Калия цитрат; калия лактат; калиевые соли ортофосфорной кислоты; калия бикарбонат; калия карбонат; калия хлорид; калия глюконат; калия гидроксид
Кальций	Кальция карбонат; кальция цитрат; кальция глюконат; кальция глицерофосфат; кальция лактат; кальциевые соли ортофосфорной кислоты; кальция хлорид; кальция гидроксид
Карнитин	L-карнитин; L-карнитина гидрохлорид; L-карнитина L-тартрат
Магний	Магния карбонат; магния цитрат; магния хлорид; магния глюконат; магниевые соли ортофосфорной кислоты; магния сульфат; магния лактат; магния гидроксид; магния оксид
Марганец	Марганца карбонат; марганца хлорид; марганца цитрат; марганца глюконат; марганца сульфат
Медь	Меди карбонат; меди цитрат; меди глюконат; меди сульфат; медь-лизиновый комплекс
Натрий	Натрия цитрат, натрия хлорид; натрия бикарбонат; натрия глюконат; натрия карбонат; натрия лактат; натриевые соли ортофосфорной кислоты; натрия гидроксид
Пантотеновая кислота	D-пантотенат кальция; D-пантотенат натрия; декспантенол
Селен	Селенит натрия; селенат натрия
Фолиевая кислота	Фолиевая кислота
Холин	Холина хлорид; холина цитрат; холина битартрат; холин
Цинк	Цинка ацетат; цинка сульфат; цинка хлорид; цинка лактат; цинка цитрат; цинка глюконат; цинка оксид

Продукты питания для детей раннего возраста должны выпускаться в герметичной упаковке, не превышающей следующие объемы: для консервированных фруктовых, овощных и фруктово-овощных, овощемолочных и овоще-зерновых пюре, жидких и пюреобразных продуктов прикорма на фруктово-молочной и фруктово-зерновой основе — 0,25 кг.

Маркировка на упаковке пищевой продукции для детского питания должна содержать информацию о том, что продукт относится к продуктам питания для детей раннего возраста. Дополнительно упаковка продуктов прикорма должна содержать информацию о сроках их введения в питание детей [8].

Немаловажным фактором, обеспечивающим качество и безопасность производимой продукции детского питания для детей раннего возраста, является то, что упаковка пищевой продукции для детского питания должна производиться в условиях, не допускающих загрязнения продукции на всех этапах операций с ней.

Технология обработки и потребительские свойства консервов на фруктово-ягодной основе в значительной степени определяются анатомо-морфологическими свойствами и химическим составом исходного сырья.

Фруктовые и овощные консервы для детского питания в современных условиях в подавляющем большинстве производятся не из непосредственно свежих овощей и фруктов, а из их полуфабрикатов — фруктовых и овощных пюре. Фруктовое и (или) овощное пюре — пищевой продукт, который несброжен, способен к брожению, произведен путем механической обработки — измельчения или протирания съедобных частей свежих фруктов или овощей без последующего отделения сока и фруктовой или овощной мякоти. Фруктовые пюре, применяемые в качестве сырья для изготовления консервов для детского питания, могут быть консервированы асептическим способом, стерилизованы (пастеризованы), консервированы способом горячего розлива, а овощные пюре могут быть консервированы только асептическим способом [9].

Преимущество переработки свежих фруктов и овощей в полуфабрикаты заключается в том, что пюре изготавливаются непосредственно из свежих плодов и ягод в сезон заготовки, когда фрукты обладают повышенной пищевой ценностью и наилучшим витаминно-минеральным составом, а производство консервов для детского питания и поддержание широкого ассортимента осуществляется круглый год. Кроме того, это позволяет осуществлять достоверный лабораторный контроль показателей качества и безопасности как сырья, так и консервов для детского питания, из которого они изготовлены: партия свежего сырья фруктов и овощей может быть неоднородна в своей массе, что создает риски для лабильности показателей качества и безопасности и возникновения вероятности выхода их за установленные допустимые пределы.

Из всех перспективных способов заготовки полуфабрикатов для продуктов детского питания, существующих в мировой практике, наиболее оптимален способ асептического консервирования с фасованием в тару типа «мешок в коробке» («Вад-т-Вох») вместимостью 20 — 50 — 200 дм³ в экологически благополучных местах с последующим транспортированием их к месту производства готовых продуктов. Этот способ позволяет заготавливать полуфабрикаты с максимальным сохранением натурального состава и органолептических свойств овощей и фруктов.

Каждая из технологических операций производства детских фруктовых консервов, в том числе их полуфабрикатов для их производства, является определяющей при формировании качества исследуемой продукции детского питания. Исключительное значение имеют такие операции как:

- ♦ разваривание и протирание свежего сырья. Технологические параметры данного этапа очень важны, т.к. формируют в первую очередь органолептические (цвет, внешний вид и консистенция) параметры готового продукта;
- ♦ стерилизация и асептическое консервирование полуфабрикатов важны для получения промышленно стерильного продукта, что снижает микробиологическую нагрузку в дальнейшем при производстве консервов для детского питания;
- ♦ гомогенизация, которая проводится до размеров частиц 10–30 мкм. Гомогенизированные продукты наименее подвержены расслоению консистенции и наиболее лучшим образом усваиваются организмом ребенка;
- ♦ деаэрация, которая необходима для предотвращения окисления лабильных и неустойчивых компонентов кислородом воздуха;
- ♦ стерилизация либо пастеризация, проводимые для выработки продукции детского питания, отвечающей требованиям промышленной стерильности. В таких консервах обязательно отсутствуют возбудители порчи, патогенные и токсичные формы бактерий, а также другие микроорганизмы, способные вызывать порчу консервов [10].

Таким образом, свежие фрукты являются не только важнейшей частью рационального питания, поскольку служат источником многих питательных и физиологически активных

веществ, которые обеспечивают нормальное развитие детского организма, но и составным фактором, определяющим конечное качество детских фруктовых консервов.

Список использованных источников

1. Тутельян, В. А. Государственная политика здорового питания населения: задачи и пути реализации/ В. А. Тутельян, В. П. Суханов, Г. Г. Онищенко. — М.:ГЭОТАР-МЕДИА. — 2009. — С. 234.
2. Лишентцева, А. Н. Формирование потребительских свойств новых пищевых продуктов/ А. Н. Лишентцева, Н. В. Комарова. — III Международный конгресс «Наука, питание и здоровье», 24 — 25 июня 2021 г. — С. 345-349.
3. Лукушкина, Е. Ф. Особенности физического развития и фактического питания детей / Е. Ф. Лукушкина, Е. Ю. Баскакина. — 2010. — № 2 (11). — С. 105–108.
4. Пацюк, Л. К. Пюреобразные консервы для питания детей / Л. К. Пацюк, О. Н. Лукашевич // Прочие сельскохозяйственные науки. — 2008. — № 2 (52). — С. 28–30.
5. Сафронова, А. И. Напитки в питании детей / А. И. Сафронова, Е. А. Пыррева, О. В. Гиоргиева // Наука о здоровье. — 2022. — С. 1–7.
6. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»: ТР ТС 021/2011. — Утв. Решением Таможенного союза от 9 декабря 2011 — № 880.
7. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки»: ТР ТС 022/2011. — Утв. Решением Таможенного союза от 9 декабря 2011 — № 881.
8. Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»: ТР ТС 029/2012. — Утв. Решением Таможенного союза от 20 июля 2012 — № 58.
9. Методические рекомендации по оценке уровня обеспеченности детского питания населения основными продуктами питания с целью внедрения их в систему мониторинга национальной продовольственной безопасности / А. П. Шпак [и др.]. — Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2018. — С. 51.
10. Азадова, Э.Ф. Совершенствование технологий консервов детского питания из плодов, овощей и ягод, выращиваемых в предгорных районах Дагестана. Дис. по спец. «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства», 05.18.01. — Краснодар, 2020. — 195 с.

Информация об авторах

Кривко Ирина Викторовна, соискатель кафедры товароведения и экспертизы товаров УО «Белорусский государственный экономический университет» (ул. Свердлова, 7, 220030, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: dir_production@gammavkusa.by

Петухов Михаил Михайлович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой товароведения и экспертизы товаров УО «Белорусский государственный экономический университет» (ул. Свердлова, 7, 220030, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: lmi@mail.ru

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

E-mail: lilishentseva@yandex.by

Information about authors

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

E-mail: dir_production@gammavkusa.by

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

E-mail: lmi@mail.ru

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

E-mail: lilishentseva@yandex.by

УДК 639.3.043

Поступила в редакцию 30.04.2025
Received 30.04.2025**Е. Е. Рыбкина, Ж. В. Кошак***РУП «Институт рыбного хозяйства», НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь***ВЛИЯНИЕ ЭКСТРУДИРОВАНИЯ КОМБИКОРМА
ДЛЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ГОРОХОВОЙ МУКИ НА ЕГО БИОЛОГИЧЕСКУЮ
ЦЕННОСТЬ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА**

Аннотация. В статье изучено влияние экструдирования комбикорма для радужной форели на его биологическую ценность и структурно-механические свойства. Установлено, что с увеличением диаметра отверстия матрицы и температуры увеличивается производительность экструдера. Увеличение температуры экструдирования приводит к увеличению твердости комбикорма для диаметра отверстий матрицы 2 мм на 34,3 % и для 8 мм на 48,0 %. Механическое воздействие на гранулы испытываемых кормов показало, что с увеличением температуры экструдирования они имеют более высокую прочность. Все комбикорма, которые изготавливались при температуре экструдирования 100 и 120 °С соответствуют нормативному значению крошимости. Установлено, что с увеличением температуры экструдирования комбикорма увеличивается его разбухаемость на 61,0 %, а с увеличением размера отверстия матрицы уменьшается. Максимальный относительный прирост к первоначальной массе и наименьший кормовой коэффициент получен при кормлении форели комбикормом температуры экструдирования которого составила 90 °С.

Ключевые слова: экструдирование, форель, производительность, разбухаемость, твердость, комбикорм.

E. E. Rybkina, Zh. V. Koshak*RUE «Institute for Fish Industry», National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus***INFLUENCE OF EXTRUDING COMPOUND FEED
FOR RAINBOW TROUT USING PEA FLOUR
ON ITS BIOLOGICAL VALUE AND
STRUCTURAL-MECHANICAL
PROPERTIES**

Abstract. The article examines the effect of extruding feed for rainbow trout on its biological value and structural and mechanical properties. It has been established that with an increase in the diameter of the die hole and temperature, the productivity of the extruder increases. An increase in extrusion temperature leads to an increase in the hardness of the feed for a die hole diameter of 2 mm by 34.3% and for 8 mm by 48.0%. Mechanical impact on the test feed pellets showed that with increasing extrusion temperature they have higher strength. All feedstuffs that were produced at extrusion temperatures of 100 and 120 °C correspond to the standard crumbability value. It has been established that with an increase in the extrusion temperature of compound feed, its swelling increases by 61.0%, and with an increase in the size of the matrix opening it decreases. The maximum relative increase

to the initial weight and the lowest feed coefficient were obtained when feeding trout with compound feed, the extrusion temperature of which was 90 °C.

Keywords: extrusion, trout, productivity, swelling, hardness, compound feed.

Введение. Существует много различных способов повышения биологической ценности комбикормов. Используют их в зависимости от цели, которую преследует тот или иной способ: уничтожение ингибирующих и антипитательных веществ, улучшение вкусовых качеств, повышения переваримости питательных веществ и т.д. Одним из таких способов, является экструдирование.

Использованием процесса экструдирования стало новым этапом в развитии производства кормов для рыб. Впервые при производстве сухих кормов для рыб процесс экструдирования был использован в начале 1950-х годов прошлого века. Экструзионная обработка кормовых смесей существенно повышает усвояемость питательных веществ, снижает удельный расход комбикорма на единицу прироста рыб, повышает экономический эффект рыбоводства [1, 2]. Щербиной М.А. и Гамыгиным Е.А. установлено, что положительное влияние экструзии оказывают множественные разрывы клеточных оболочек — это облегчает обработку содержимого клеток пищеварительными ферментами. В результате клейстеризации и декстринизации изменяется структура крахмала и одновременно происходит декстукция и модификация лигно-целлюлозного комплекса, что в целом приводит к повышению переваримости углеводов. Увеличение переваримости белка связанная с его денатурацией и с разрушением ингибиторов протеаз. Минеральные вещества могут переходить в форму, более доступную для рыб. Наблюдается эффект стерилизации и детоксикации корма, создание пористой структуры продукта [3-8].

Активность ингибитора трипсина в экструдатах на 33-58 % ниже, чем в гранулах. Это позволяет включать в состав экструдатов большее количество соевого шрота, гороха и других компонентов из растений семейства бобовых [9].

Экструзия — влажное прессование с взрывом. Технологический процесс заключается в гидробаротермической обработке сырья, когда кормовая масса прессуется и под высоким давлением выталкивается через фильеры в область атмосферного давления, после чего увеличивается в объеме. Одним из главных ее эффектов является резкое возрастание переваримости углеводов — наименее доступной для радужной форели части кормового сырья. Он достигается в основном за счет глубокой клейстеризации крахмала, деструкции и модификации лигно-целлюлозного комплекса. Происходит разрушение вторичных связей в молекулах белка, за счет чего увеличивается доступность аминокислот и упрощается усвоение белка; из-за непродолжительности процесса аминокислоты и витамины больше сохраняют свои полезные свойства. Улучшаются вкусовые качества готового продукта вследствие распада крахмала на простые сахара, образования ароматических веществ, устранения специфического запаха, характерного для некоторых культур, формирования однородной пористой структуры продукта, более доступного для воздействия ферментов в пищеварительной системе. При экструзии в сырье гибнет большая часть микрофлоры (бактерии, грибки), разрушаются антипитательные вещества, повышается питательная ценность кормового сырья [10-17].

При обработке кормов теплом важная роль принадлежит режиму воздействия температуры. Понижение распадаемости протеина без существенного изменения его переваримости получается при умеренной обработке — при температуре 80-120 °C [18].

Технология производства экструдированных комбикормов в Республике Беларусь не всегда учитывает состав комбикорма и влияние на него технологических параметров процесса, а также влияние состава комбикорма на структурно-механические свойства гранул, что приводит не только к неудовлетворительному качеству комбикормов, но и к потере основной части питательных и биологически активных веществ, которые определяют эффективность комбикорма.

В ряде исследований рассматриваются проблемы влияния режимов производства экструдированного комбикорма на свойства готовой продукции. Установлены закономерности изменения свойств гранул готового экструдированного корма в результате изменения значений параметров экструдирования [19-22].

Целью исследований является изучение влияния технологических параметров процесса экструдирования комбикорма на его структурно-механические свойства и биологическую ценность.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служили: комбикорма для форели с вводом в их состав гороховой муки, радужная форель.

Структурно-механические свойства комбикорма определяли: крошимость гранул комбикорма по ГОСТ 28497-2014. «Корма, комбикорма. Метод определения крошимости гранул»; разбухаемость гранул комбикорма по ГОСТ 22834-87. «Комбикорма гранулированные. Общие технические условия».

Твердость гранул определяли при помощи лабораторного твердомера, внешний вид которого представлен на рисунке 1.

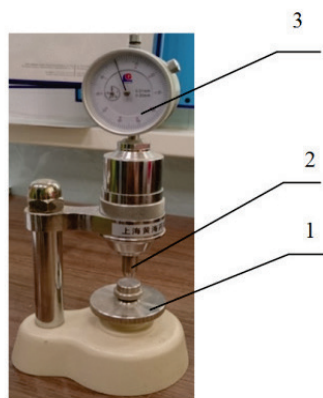


Рис. 1. Твердомер для измерения твердости гранул разрушением:

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

Fig. 1. Hardness meter for measuring the hardness of granules by destruction:

1 — rotary table for feed granules, 2 — metal breaking rod, 3 — compression dynamometer

Оценку влияния комбикормов на темп роста радужной форели и кормовым затратам проводили по различным рыбохозяйственным показателям.

1. Абсолютный прирост вычисляли по формуле [23]:

$$P_{аб} = m_1 - m_0, \quad (1)$$

где m_1 — конечная масса испытуемых рыб, г; m_0 — начальная масса испытуемых рыб, г.

2. Относительный прирост к первоначальной массе вычисляли по формуле [23]:

$$P_{от} = \frac{(m_1 - m_0)}{m_0} \times 100 - 100\% \quad (2)$$

где m_1 — конечная масса испытуемых рыб, г; m_0 — начальная масса испытуемых рыб, г.

3. Кормовые затраты определяли путем отношения количества затраченного корма на прирост с учетом ее отхода за весь период наблюдения [3].

Результаты исследований и их обсуждение. В процессе проведения исследований режимы экструдирования были следующие:

- ♦ температура экструдирования 90, 100 и 120 °C;
- ♦ диаметр отверстия матрицы 2, 4, 6 и 8 мм.

В качестве выходных параметров процесса экструдирования были выбраны следующие показатели:

- ♦ производительность экструдера (кг/ч);
- ♦ твердость гранул комбикорма (Н);
- ♦ разбухаемость гранул комбикорма (мин.);
- ♦ крошимость гранул комбикорма (%).

На основании полученных данных построена диаграмма изменения значений производительности от режимов экструдирования, представленная на рисунке 1.

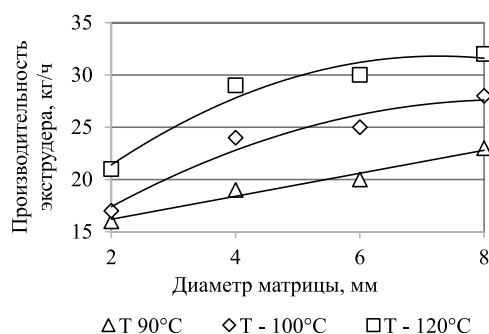


Рис. 1. Диаграмма изменения значений производительности в зависимости от режимов экструдирования

Fig. 1. Diagram of changes in productivity values depending on extrusion modes

Получено уравнение регрессии для выходного параметра производительность экструдера следующего вида:

$$П = Ad^2 + Bd + C, \quad (3)$$

где $П$ — производительность экструдера, кг/ч; A , B и C — коэффициенты регрессии, кг/мм ч; d — диаметр отверстия матрицы, мм.

Коэффициенты уравнения регрессии представлены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты уравнения регрессии и коэффициент детерминации
Table 1. Regression equation coefficients and coefficient of determination

Образец	Коэффициент детерминации, R^2	Коэффициенты детерминации		
		A	B	C
Производительность (90 °C)	0,960	-3,75	5,45	12
Производительность (100 °C)	0,950	-0,25	4,20	10
Производительность (120 °C)	0,960	-15,00	1,1	14

Обнаружено, что с увеличением диаметра отверстия матрицы и температуры экструдирования увеличивается его производительность. Так при уменьшении диаметра отверстия матрицы растет сопротивление формирующего инструмента (матрицы), поэтому падает производительность и поднимается давление в предматричной зоне экструдера. Также состав комбикорма определяет его коллоидно-пористую структуру. При поглощении влаги коллоиды набухают и видоизменяются. С повышением температуры набухание происходит более интенсивно, при этом повышаются пластические свойства комбикорма, поэтому повышение температуры экструдирования приводит к повышению производительности экструдера.

На рисунке 2 представлена диаграмма изменения значений твердости от режимов экструдирования.

Получено уравнение регрессии для выходного параметра твердость комбикорма:

$$T = Ad^2 - Bd + C, \quad (4)$$

где T — твердость гранул комбикорма, Н; A , B и C — коэффициенты регрессии, Н/мм; d — диаметр отверстия матрицы, мм.

Коэффициенты уравнения регрессии представлены в таблице 8.

Установлено, что увеличение температуры экструдирования приводит к увеличению твердости комбикорма для диаметра отверстий матрицы 2 мм на 34,3 % и для 8 мм на 48,0 %. С повышением температуры происходит гидролиз крахмала, который является составной частью углеводных компонентов комбикорма. В результате чего образуются декстрины и простые сахара, способствующие сцеплению частиц комбикорма между собой. Установлено, что с уменьшением диаметра отверстия матрицы увеличивается прочность комбикорма, так как

увеличивается давление в предматричной зоне экструдера с уменьшением площади на которое действует сила.

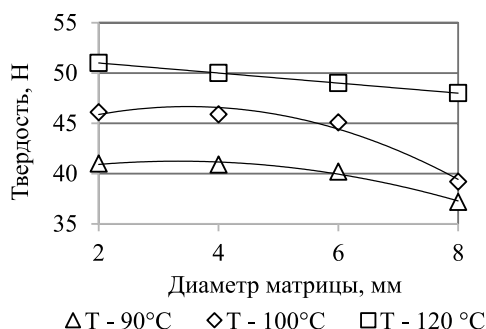


Рис. 2. Диаграмма изменения значений твердости комбикорма в зависимости от режимов экструдирования

Fig. 2. Diagram of changes in feed hardness values depending on extrusion modes

Таблица 2. Коэффициенты уравнения регрессии и коэффициент детерминации
Table 2. Regression equation coefficients and coefficient of determination

Образец	Коэффициент детерминации, R ²	Коэффициенты регрессии		
		А	В	С
Производительность (90 °С)	0,952	0,0625	2,175	38,75
Производительность (100 °С)	0,968	-0,3125	1,875	35,25
Производительность (120 °С)	0,999	0,0625	2,275	51,25

На рисунке 3 представлена диаграмма изменения значений крошимости от режимов экструдирования.

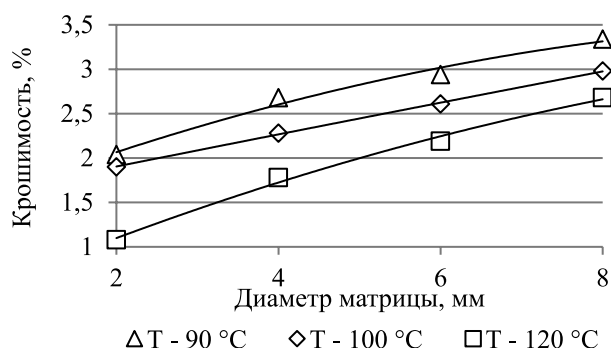


Рис. 3. Диаграмма изменения значений крошимости комбикорма в зависимости от режимов экструдирования

Fig. 3. Diagram of changes in feed crumble values depending on extrusion modes

Получено уравнение регрессии для выходного параметра крошимость комбикорма:

$$K = Ad^2 + Bd + C, \quad (5)$$

где К — крошимость гранул комбикорма, %; А, В и С — коэффициенты регрессии, %/мм; d — диаметр отверстия матрицы, мм.

Коэффициенты уравнения регрессии представлены в таблице 3.

Механическое воздействие на гранулы испытуемых кормов показало, что с увеличением температуры экструдирования они имеют более высокую прочность. Повышенная крошимость гранул снижает водостойкость гранул комбикорма, это повышает расход комбикорма при кормлении и, как результат, конечную стоимость рыбы. Нормативные значения крошимости для экструдированных комбикормов для форели составляет не более 3% [24]. Все комбикорма, которые изготавливались при температуре экструдирования 100 и 120 °С соответствуют нормативному значению крошимости.

Таблица 3. Коэффициенты уравнения регрессии и детерминации
Table 3. Regression equation coefficients and coefficient of determination

Образец	Коэффициент детерминации, R ²	Коэффициент регрессии		
		A	B	C
Производительность (90 °С)	0,985	-0,015	0,358	1,41
Производительность (100 °С)	0,999	-0,0006	0,1847	1,5375
Производительность (120 °С)	0,995	-0,00131	0,3918	0,3675

Полученное уравнение регрессии для выходного параметра разбухаемость комбикорма:

$$P = Ad^2 - Bd + C, \quad (6)$$

где P — разбухаемость комбикорма, мин.; A, B и C — коэффициенты регрессии, мин/мм; d — диаметр отверстия матрицы, мм.

Коэффициенты уравнения регрессии представлены в таблице 4.

Одним из основных технологических показателей качества кормов для рыб является разбухаемость, которая показывает время, в течение которого объем гранул в воде увеличивается вдвое. От этого показателя зависят кормовые потери. Нормативное значение данного показателя должно составлять не менее 30 мин [24].

Таблица 4. Коэффициенты уравнения регрессии и коэффициент детерминации
Table 4. Regression equation coefficients and coefficient of determination

Образец	Коэффициент детерминации, R ²	Коэффициенты регрессии		
		A	B	C
Производительность (90 °С)	0,990	-0,312	0,125	104,2
Производительность (100 °С)	1,000	0,125	4,25	122,0
Производительность (120 °С)	0,990	0,750	11,40	152,0

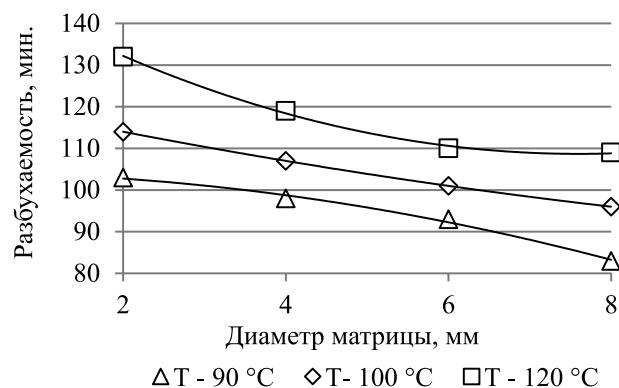


Рис. 4. Диаграмма изменения значений разбухаемости комбикорма в зависимости от режимов экструдирования

Fig. 4. Diagram of changes in the swelling properties of compound feed depending on extrusion modes

Установлено, что с увеличением температуры экструдирования комбикорма увеличивается его разбухаемость на 61,0 %, а с увеличением размера отверстия матрицы уменьшается.

С целью установления влияния температуры экструдирования на биологическую ценность комбикормов проведено опытное кормление радужной форели с вводом 5,0 % гороховой муки. Кормление проводилось вручную 3 раза в сутки в течение 30 дней. Суточная доза корма для форели составляла 1,0-1,5 % от массы тела. Температура воды в течение дней выращивания находилась в пределах 11,3–11,5 °С. Результаты по кормлению, абсолютному, относительному приросту и кормовому коэффициенту представлены в таблице 5-6.

Анализ полученных данных показал, что лучшие результаты по росту получены для форелевого комбикорма изготовленного при температуре экструдирования 90°С. Абсолютный прирост рыбы при кормлении комбикормом для форели изготовленном при температуре экструдирования 90°С на 30,09 % по отношению к комбикорму изготовленному при температуре 120°С.

Таблица 5. Ростовые показатели (30 дней кормления)
Table 5. Growth indicators (30 days of feeding)

Вариант	Среднеспутная масса радужной форели, г		Прирост радужной форели за опытный период	
	начало опыта	конец опыта	абсолютный, г	относительный к первоначальной массе, %
Комбикорм для радужной форели изготовленный при температуре экструдирования 90°C	56,4±0,10	85,8±0,07	29,4±0,13	53,5±0,14
Комбикорм для радужной форели изготовленный при температуре экструдирования 100°C	54,8±0,11	81,8±0,09	27,0±0,05	49,3±0,18
Комбикорм для радужной форели изготовленный при температуре экструдирования 120°C	53,3±0,08	75,9±0,12	22,6±0,08	43,1±0,10

Анализируя данные таблицы 6 установлено, что максимальный относительный прирост к первоначальной массе и наименьший кормовой коэффициент получен при кормлении форели комбикормом температура экструдирования которого составила 90°C. Дальнейшее увеличение температуры экструдирования комбикорма приводит к постепенному разрушению аминокислот и витаминов в составе комбикорма, что приводит к снижению его эффективности при кормлении радужной форели.

Таблица 6. Кормовые затраты
Table 6. Feedcosts

Вариант	Общая масса средняя по варианту, г		Прирост массы, г	Общие затраты корма, г	Кормовой коэффициент, ед.
	начало кормления	конец кормления			
Комбикорм для радужной форели изготовленный при температуре экструдирования 90°C	564±1,00	858±0,70	294±1,30	197,0±0,19	0,67±0,01
Комбикорм для радужной форели изготовленный при температуре экструдирования 100°C	548±1,10	818±0,90	270±0,50	206,6±0,14	0,77±0,01
Комбикорм для радужной форели изготовленный при температуре экструдирования 120°C	533±0,80	759±1,20	226±0,80	186,0±0,11	0,82±0,02

Заключение. В результате проведенных исследований было изучено влияние экструдирования комбикорма для радужной форели с использованием гороховой муки на его биологическую ценность и структурно-механические свойства. Установлено, что с увеличением диаметра отверстия матрицы и температуры экструдирования увеличивается его производительность. Так при уменьшении диаметра отверстия матрицы растет сопротивление формирующего инструмента (матрицы), поэтому падает производительность и поднимается давление в предматричной зоне экструдера. Также состав комбикорма определяет его коллоидно-пористую структуру. При поглощении влаги коллоиды набухают и видоизменяются. С повышением температуры набухание происходит более интенсивно, при этом повышаются пластические свойства комбикорма, поэтому повышение температуры экструдирования приводит к повышению производительности экструдера. Увеличение температуры экструдирования приводит к увеличению твердости комбикорма для диаметра отверстий матрицы 2 мм на 34,3 % и для 8 мм на 48,0 %. Механическое воздействие на гранулы испытуемых кормов показало, что с увеличением температуры экструдирования они имеют более высокую прочность. Повышенная крошимость гранул снижает водостой-

кость гранул комбикорма, это повышает расход комбикорма при кормлении и, как результат, конечную стоимость рыбы. Нормативные значения крошимости для экструдированных комбикормов для форели составляет не более 3%. Все комбикорма, которые изготавливались при температуре экструдирования 100 и 120 °С соответствуют нормативному значению крошимости. Установлено, что с увеличением температуры экструдирования комбикорма увеличивается его разбухаемость на 61,0 %, а с увеличением размера отверстия матрицы уменьшается. Максимальный относительный прирост к первоначальной массе и наименьший кормовой коэффициент получен при кормлении форели комбикормом температура экструдирования которого составила 90 °С. Дальнейшее увеличение температуры экструдирования комбикорма приводит к постепенному разрушению аминокислот и витаминов в составе комбикорма, что приводит к снижению его эффективности при кормлении радужной форели.

Оптимальная температура экструдирования комбикорма составляет 100 °С, при данной температуре потери аминокислотного и витаминного состава минимальны, о чем свидетельствует кормовой коэффициент и не наблюдается снижения нормативных значений по структурно-механическим свойствам комбикорма.

Список использованных источников

1. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. — СПб: Изд-во «Лема», 2012. — 564 с.
2. Singh, S. K. Effect of feed moisture, extrusion temperature and screw speed on properties of soy white flakes based aquafeed: a response surface analysis / S. K. Singh, K. Muthukumarappan // Journal of the Science of Food and Agriculture. — 2015. — Vol. 96. — No. 6. — P. 2220–2229.
3. Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре/М.А.Щербина, Е.А.Гамыгин.- Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2016.- 304 с.
4. Японцев, А.Э. Технологические особенности производства экструдированных кормов для рыб // Изв. Санкт-Петербургского гос.аграрн. ун-та. — 2008. — №11. — С. 105-107.
5. Комник, Г. Путь к повышению рентабельности производства // Комбикорма. — 2007. — №6. — С.41-42.
6. Брылин, А. Передовые технологии обеззараживания кормов // Комбикорма. — 2008. — №4 — С. 81-82.
7. Шаршунов, В.А. Технология и оборудование для производства комбикормов / В.А. Шаршунов, Л.В. Рукшан, Ю.А. Пономаренко, А.В. Червяков: пособие в двух частях. Часть 2. Технологическое оборудование комбикормовых предприятий. — Минск: Мисанта, 2014. — 815 с.
8. Использование экструдеров «Инста-Про» // Комбикорма. — 2009. — №6. — С.16-18.
9. Пономарев, С.В. Индустриальное рыбоводство/ С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева/ Учебник. 2-е изд., испр. И доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2013.- 416 с.
10. Японцев, А.Э. Технологические особенности производства экструдированных комбинированных кормов для рыб // Изв. Санкт-Петербургского госаграрн. ун-та. — 2008. — №11. — С.105-107.
11. Комник, Г. Путь к повышению рентабельности производства // Комбикорма. — 2007. — №6. — С.41-42.
12. Брилин, А. Передовые технологии обеззараживания кормов // Комбикорма. — 2008. — №4. — С. 81-82.
13. Чеботарев, О.Н. Технология муки, крупы и комбикормов/ О.Н. Чеботарев, А.Ю. Шаззо, Я.Ф. Мартыненко/ Издательский «Март», Москва — Ростов-на-Дону, 2004 г. — 687 с.
14. Fu M.W., Chan W.L. A review on the state of the art microforming technologies // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2013; 67 (9): 2411 — 2437.
15. Остриков, А. Экструдирование комбикормов: новые подходы и перспективы / А. Остриков, В. Василенко // Комбикорма. — 2011. — №8. — С. 39–42.
16. Семенов, С. Экструдированные корма для свиней // Комбикорма. 2006. №6. С. 65-66.
17. Кисла, Н.А. Кормовые бобы в рационе цыплят-бройлеров / Н.А. Кисла, А.В. Малец // Сельское хозяйство — проблемы и перспективы: сб. науч. тр. УО «ГТАУ». — Гродно, 2020.- Т. 49 (Зоотехния). — С. 65-72.
18. Экструдированное и гранулированное зерно люпина узколистного в кормлении молодняка крупного рогатого скота: монография/ В.Ф. Радчиков [и др.]; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». — Жодино, 2024.- 108 с.
19. Сравнительная оценка применения сухих полнорационных комбикормов европейского производства при выращивании осетровых рыб / В.Г. Чипинов [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер. «Рыбное хозяйство». 2012. №2. С. 99–104.
20. Singh, S.K. Muthukumarappan K. Effect of feed moisture, extrusion temperature and screw speed on properties of soy white flakes based aquafeed: a response surface analysis // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2015. Vol. 96. №. 6. P 2220–2229.
21. Rokey, G.J., Plattner B., Souza E.M. Feed extrusion process description // Revista Brasileira de Zootecnia. 2010. Vol. 39. P. 510–518.

22. Брагинец, С.В. Экструдирование кормов для аквакультуры / С.В. Брагинец, О.Н. Бахчевников, В.Ф. Хлыстунов // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1 (25). С. 38–49.
23. Правдин, П.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных)/ П.Ф. Правдин — Москва: Пищевая промышленность, 1966.- 250 с.
24. Комбикорма для рыб. Общие технические условия: ГОСТ 10385 — 2014. — Введ. 30.07.14 (с отменой на территории РБ ГОСТ 10385-88). — Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2020. — 11 с.

Информация об авторах

Кошак Жанна Викторовна, кандидат технических наук, доцент, заведующая лабораторией кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» (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: zenarybkina599@gmail.ru

Information about authors

Koshak Zhanna Viktorovna, PhD (Technical) candidate of technical sciences, associate professor, head of the feed laboratory of the 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: Koshak.zn@Gmail.com/

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

E-mail: zenarybkina599@gmail.ru

УДК 664.86

Поступила в редакцию 14.05.25
Received 14.05.25**Т. Ю. Окунева, Н. А. Баровская, Л. М. Павловская, Н. А. Головнева***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

ЧИСТЫЕ КУЛЬТУРЫ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ — ОСНОВА НАПРАВЛЕННОГО И КОНТРОЛИРУЕМОГО ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАЦИИ

Аннотация. Проведен комплекс исследований с разработкой технологии и ассортимента ферментированной продукции из овощей и фруктов с применением чистых культур молочнокислых бактерий, отвечающей всем нормируемым критериям качества и безопасности, принятым к ферментированным овощам и фруктам в республике.

Подобраны штаммы и составлены определенные консорциумы заквасок чистых культур молочнокислых бактерий для ферментирования овощей и фруктов, определены основные критерии, характеризующие качество ферментированной продукции, формируемые в процессе соления, квашения и мочения. Осуществлен подбор компонентного состава ферментируемой продукции.

Исследована кинетика накопления молочной кислоты в процессе брожения с применением чистых культур молочнокислых бактерий. Проведен комплекс испытаний и дана оценка безопасности типовых образцов ферментированных овощей и фруктов с применением чистых культур молочнокислых бактерий, изготовленных в условиях промышленного производства на соответствие требованиям нормативной и технической документации. Освоена и внедрена на промышленной основе предприятиями отрасли технология ферментации овощей и фруктов с использованием чистых культур молочнокислых бактерий.

Ключевые слова: овощи квашеные и соленые, фрукты моченые, консорциумы чистых культур молочнокислых бактерий

T. J. Okuneva, N. A. Barouskaya, L. M. Pavlovskaya, N. A. Golovneva*RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus**State Scientific Institution «Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus*

PURE CULTURES OF LACTIC ACID BACTERIA — THE FUNDAMENTAL BASIS OF DIRECTED AND CONTROLLED FERMENTATION PROCESS

Abstract. A set of studies was carried out with the development of technology and an assortment of fermented products from vegetables and fruits using pure cultures of lactic acid bacteria, which meets all standardized quality and safety criteria adopted for fermented vegetables and fruits in the republic.

Strains have been selected and certain consortia of starter cultures of pure cultures of lactic acid bacteria have been compiled for the fermentation of vegetables and fruits; the main criteria characterizing the quality of fermented products, formed in the process of salting, fermentation and soaking, have been determined. The selection of the component composition of fermented products was carried out.

The kinetics of lactic acid accumulation during fermentation using pure cultures of lactic acid bacteria was studied. A set of tests was carried out and the safety of standard samples of fermented vegetables and fruits using pure cultures of lactic acid bacteria produced in industrial production conditions was assessed for compliance with the requirements of regulatory and technical

documentation. The technology of fermentation of vegetables and fruits using pure cultures of lactic acid bacteria has been mastered and introduced on an industrial basis by industry enterprises.

Keywords: pickled and salted vegetables, soaked fruits, consortia of pure cultures of lactic acid bacteria.

Введение. Ферментирование овощей и фруктов относится к одним из древнейших способов переработки растительного сырья. В отличие от продуктов, сохраненных благодаря высоко-температурной стерилизации или дополнительному внесению консервирующих веществ химической или бактериальной природы, консервирующий эффект в процессе ферментации достигается путем использования естественного «жизненного цикла» специфических микроорганизмов, в основном молочнокислых бактерий. Микроорганизмы повышают свою конкурентоспособность и выживаемость путем изменения условий окружающей среды за счет продуцирования естественного продукта своей жизнедеятельности — молочной кислоты. Молочная кислота, являясь природным ингибитором, снижает опасность достижения патогенными микроорганизмами и токсинами критического уровня, подавляет их рост и размножение, повышает безопасность пищевого продукта для здоровья человека [1].

Процессы, происходящие при ферментировании, в зависимости от вида используемого сырья принято называть солению, квашение и мочение. Солению и квашению подвергают, как правило, овощные культуры (огурцы, томаты, свеклу, морковь, чеснок, капусту и другие), мочению — фрукты, в том числе ягоды (яблоки, сливы, груши, бруснику, клюкву и другие). Между квашением и солением, как методами консервирования, принципиальных различий нет, так как в том и другом случае консервантами являются молочная кислота и соль. Соль вносится как составной компонент вместе с сырьем, а молочная кислота образуется в результате сбраживания молочнокислыми бактериями сахаров, содержащихся в перерабатываемых растительных продуктах.

Для нашей республики соление и мочение, наряду с квашением, являются традиционными способами сохранения овощей и фруктов. Способ производства ферментированных продуктов можно считать относительно недорогим и энергосберегающим, не требующим наличия сложного оборудования. Ферментированную плодоовощную продукцию отличает натуральность ее состава («живой продукт»). В процессе ферментации происходит изменение органолептических и функциональных свойств пищевого продукта при сохранении полезных свойств, в том числе за счет пробиотической микрофлоры. Все эти свойства, а также относительно невысокая цена повышает востребованность ферментированного продукта на потребительском рынке страны.

Однако на сегодняшний день в республике отсутствует практика использования чистых культур молочнокислых бактерий при производстве ферментированных овощей и фруктов, процесс идет за счет спонтанного развития эпифитной микрофлоры сырья.

Процессы ферментирования «дикой» микрофлорой практически неуправляемы и сильно зависят от многих факторов и условий среды, как технологических (концентрации соли в рассоле, температурных параметров ведения процесса, pH и других), так и от состава и концентрации нативной микрофлоры сырья [2]. Вследствие большого разнообразия эпифитной микрофлоры процесс самопроизвольного брожения принимает весьма сложный характер, так как при этом образуются продукты жизнедеятельности всех участвующих в брожении микроорганизмов и результат становится непредсказуемым, что неприемлемо для крупномасштабного производства. Между тем ведение технологического процесса в современных условиях с использованием микробных штаммов молочнокислых бактерий, в том числе подвергшихся селекции, дает возможность сознательно и рационально управлять им и заранее предвидеть результаты.

Для промышленного производства важным фактором является сортовая чистота используемого сырья, от которой во многом зависит как сам процесс ферментации, так и качество готовой продукции.

Уменьшить зависимость качества готовой продукции от выше указанных факторов, повысить управляемость процессом брожения, сократить продолжительность и повысить его «стрессоустойчивость» в различных условиях производства — задача проводимых исследований, которую представляется возможным разрешить при использовании в процессе ферментации чистых культур молочнокислых бактерий, обладающих способностью в процессе своей жизнедеятельности продуцировать необходимые вещества на определенных стадиях ферментации.

Основным условием ведения качественного процесса брожения является достаточное образование кислот в начальной фазе ферментации, так как только быстрое снижение pH раствора гарантирует от развития гнилостной микрофлоры.

Молочнокислая бактериальная заквасочная культура (закваска) — это культура штаммов молочнокислых бактерий, используемая для инициирования процесса ферментации. Применение закваски в качестве стартовой культуры в процессе ферментирования является наиболее современным подходом переработки овощей и фруктов с приобретением ими требуемых специфических органолептических свойств.

Целью работы являлось проведение комплекса исследований с разработкой технологии и ассортимента ферментированной продукции из овощей и фруктов с применением заквасок чистых культур молочнокислых бактерий.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись образцы ферментированной продукции из овощей и фруктов (огурцы соленые, свекла соленая целая и шинкованная, морковь соленая шинкованная, капуста квашеная шинкованная, сливы моченые, яблоки и груши моченые, брусника моченая) с использованием чистых культур молочнокислых бактерий, бактериальные консорциумы заквасок, состоящие из молочнокислых бактерий *Lactobacillus paraplantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus buchneri*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides*, дрожжей, промежуточные продукты процесса брожения, технологические операции. Органолептические, физико-химические, микробиологические показатели качества и показатели безопасности ферментированной продукции из овощей определяли методами контроля, регламентированные ГОСТ 34220 [3], ферментированной продукции из фруктов — в соответствии с требованиями, изложенными в СТБ 1190 [4], а также специфические микробиологические и органолептические методы оценки и анализа продукции, регламентированные техническими нормативными правовыми актами в области технического нормирования и стандартизации.

Результаты исследований и их обсуждение. Как показала практика, для успешного ведения процесса ферментации овощей и фруктов важен количественный и качественный состав используемого сырья, содержащего достаточное количество сахаров, аминокислот, минеральных солей и витаминов, от которых зависит жизнедеятельность микроорганизмов, в том числе и молочнокислых бактерий.

Исследования процессов ферментации на основе чистых культур молочнокислых бактерий проводились с использованием широкого спектра овощного и фруктового сырья отечественного производства, такого как огурцы, томаты, капуста белокочанная, свекла столовая, морковь, яблоки, груши, сливы и брусника. Справочные данные по содержанию основных пищевых веществ в исследуемом сырье приведены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание основных пищевых веществ в исследуемом сырье
Table 1. Content of main nutrients in the studied raw materials

Наименование фрукта	Содержание пищевых веществ в 100 г						Белки, г
	Сахара, г	Витамины, мг		Минеральные вещества, мг			
		всего	витамин С	всего	калий	фосфор	
Яблоки	9,1	15	10	331	278	11	0,3
Груши	10,1	10,5	5	231	155	16	0,4
Сливы	9,4	17	10	200	157	16	0,6
Брусника	7,9	17	15	150	90	16	0,5
Огурцы	1,7	6,1	4,5	224	147	24	0,4
Томаты	3,5	37	25	432	290	26	1,1
Капуста	4,6	65	60	483	300	31	1,8
Свекла	8,7	18	10	569	288	43	1,5
Морковь	6,8	29	5	435	200	55	1,3

Анализируя представленные данные, а также принимая во внимание технологичность и пригодность фруктового и овощного сырья для процесса брожения, можно сделать вывод, что свойства и особенности, проявляемые при данном виде переработке овощей и фруктов обусловлены главным образом исходным химическим составом — высоким содержанием сахаров, витаминов, минеральных веществ и белка.

Учитывая, что эпифитная микрофлора овощей и фруктов разнообразна и в процессе самопроизвольного брожения принимают участие, как молочнокислые бактерии, так и ряд других микробов — дрожжи, маслянокислые и уксуснокислые бактерии, бактерии вызывающие гниение и порчу — и, как результат: в ходе ферментации образуются продукты жизнедеятельности всей микробиоты. Создать условия для преобладания молочнокислого брожения и подавления иных процессов представляется возможным путем внесения на начальном этапе ферментации заквасок определенных штаммов чистых культур молочнокислых бактерий.

Опираясь на результаты проведенных ранее исследований по использованию чистых культур молочнокислых бактерий в процессе соления и квашения овощей [5], была выдвинута гипотеза о возможности использования для ферментации фруктов и ягод молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* и *Lactobacillus casei*, усовершенствовав их внесением штаммов других культур этой группы для формирования комплексных заквасок с определенными взаимодополняющими свойствами.

Важным аспектом в подборе микрофлоры для обеспечения активных процессов ферментирования являлось близость используемых штаммов нативной микрофлоре овощей и фруктов. Совместно со специалистами ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси» была проведена работа по отбору штаммов бактерий из рабочей коллекции молочнокислых и бифидобактерий института, выделенных из микрофлоры овощного и фруктового сырья. Основными критериями отбора являлись активность роста и кислотообразования, способность утилизировать широкий спектр углеводов, устойчивость к высоким уровням кислотности сырья и концентрациям соли, осмолотерантность, антагонизм по отношению к дрожжевым и мицелиарным грибам. Важной характеристикой также являлся диапазон температур, при которых культуры способны активно размножаться.

Штаммы молочнокислых бактерий, отобранные в состав опытных образцов, выделены из растительных источников, развиваются при температуре от 4 °С до 35 °С, оптимальная температура роста составляет от 28 °С до 30 °С.

Для усиления и дополнения свойств бактерий было решено создать консорциумы, которые представляют механические смеси бактерий определенных штаммов, способных на конкретных этапах ферментации проявлять наибольшую активность, в том числе дополнять либо подавлять свойства определенных видов, таким образом, делая процесс ферментации управляемым.

При исследовании процесса ферментации фруктового сырья, в составе которого содержится значительное количество пектина и протопектина, было принято решение дополнить составы консорциумов дополнительными культурами, способными разлагать пектины до растворимой формы и активно высвобождать клеточный сок для питания других форм бактерий.

Также в состав одного консорциума ввели культуру дрожжей в целях образования летучих соединений с приятным ароматом. Культура дрожжей выделена из среды на основании ржаной муки и характеризуется активным ростом. В индивидуальном порядке для каждого используемого вида сырья были произведены расчеты по добавлению биомассы заквасок при закладке опытных партий продукции.

При расчете количества биоматериала, вносимого в качестве стартовой культуры для активации брожения исходили из активности препарата, то есть титра бактерий (количества бактерий) в 1 мл, от массы (объема) заквашиваемого продукта и от исходного предполагаемого количества бактерий в продукте (оптимальные концентрации вносимых молочнокислых бактерий 10^6 — 10^7 КОЕ/мл) [5].

В ходе ферментации поддерживали анаэробные условия, позволяющие микроорганизмам размножаться и продуцировать достаточное количество молочной кислоты, предотвращая при этом рост микроорганизмов порчи. При контакте ферментированного продукта с воздухом создаются благоприятные условия для развития плесеней из родов *Aspergillus*, *Oidium*, которые разлагают молочную кислоту и способствуют в дальнейшем порчу продукции в этой зоне, поэтому при солении и мочении процесс молочнокислого брожения проводили без доступа воздуха.

В контрольных образцах молочнокислое брожение проходило самопроизвольно (спонтанно) в результате деятельности молочнокислых бактерий, изначально находящихся на поверхности сырья.

Ферментацию проводили в две стадии — первая (предварительная) и вторая (окончательная). Важным фактором, определяющим качество продукции при солении и мочении, является температура и условия хранения продукции. Для каждого вида ферментируемых овощей и фруктов были установлены свои оптимальные температурные параметры брожения.

Как было отмечено ранее, определяющим фактором ферментации, характеризующим динамику и направленность процесса, является скорость накопления молочной кислоты и, как следствие, снижение уровня pH. Это наглядно видно на результатах исследований накопления молочной кислоты и изменения pH при ферментации огурцов с использованием разных заквасок молочнокислых бактерий на рисунках 1 и 2.

Как видно из рисунка 1 на вторые сутки в образцах с внесением чистых культур молочнокислых бактерий скорость накопления молочной кислоты по сравнению с контрольным образцом возросла почти в 4 раза, на третьи сутки в образцах продукции с заквасками кислотность достигла 0,6 % по сравнению с 0,3 % в контрольном образце.

Как видно из рисунка 2, в образцах с внесением чистых культур молочнокислых бактерий pH составило 3,8 против 5,7 в контрольном образце.

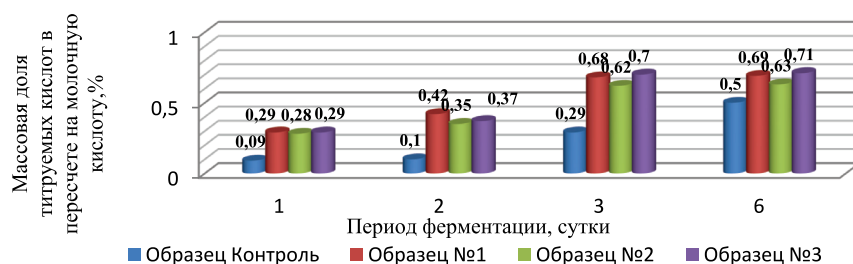


Рис. 1. Сравнительный анализ накопления молочной кислоты, накопленной при ферментации огурцов с внесением заквасок молочнокислых бактерий

Fig. 1. Comparative analysis of the accumulation of lactic acid accumulated during the fermentation of cucumbers with the addition of lactic acid bacteria

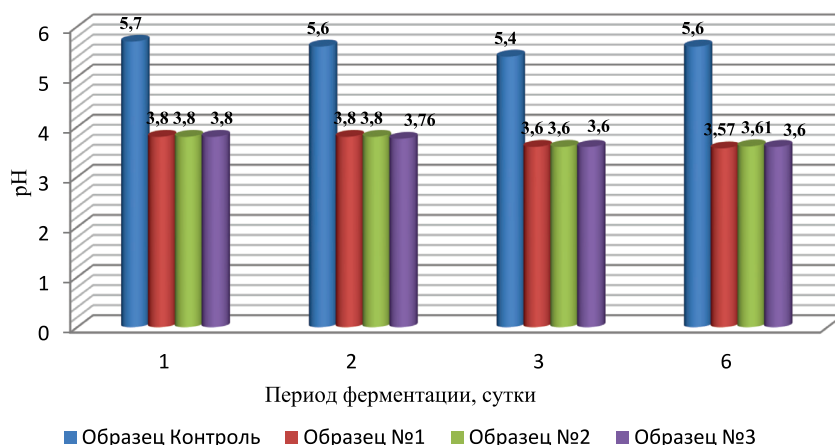


Рис. 2. Сравнительный анализ изменения pH при ферментации огурцов с внесением заквасок молочнокислых бактерий

Fig. 2. Comparative analysis of pH changes during fermentation of cucumbers with the introduction of lactic acid bacteria starters

Высокая скорость накопления молочной кислоты в образцах с заквасками в начале процесса ферментации вызвала снижение показателя pH, что обеспечило повышение кислотности, которая исключила возможность развития посторонней микрофлоры.

В контрольном образце максимальная кислотность составила 0,5 % при pH 4,89, что оказалось недостаточным и вызвало развитие в ферментированных огурцах посторонней микрофлоры с газообразованием, неравномерным изменением цвета огурцов, присутствием постороннего запаха. Данный образец продукции был утилизирован.

Результаты накопления молочной кислоты и снижения уровня pH с образцами фруктов представлены на рисунках 3 и 4.

Как показал анализ диаграмм на рисунке 3, на вторые сутки в образцах с внесением чистых культур молочнокислых бактерий скорость накопления молочной кислоты по сравнению с контрольным образцом была выше и достигла 0,3% по сравнению с 0,22 % в контрольном образце; на шестые сутки процесса ферментации в образцах с внесением чистых культур молочнокислых бактерий кислотность достигла 0,66-0,76%, а контрольный образец имел показатель по кислотности 0,65%.

Как видно из рисунка 4 уже на вторые сутки процесса ферментации в образцах с внесением чистых культур МКБ pH составило 3,26 против 3,72 в контрольном образце.

Аналогичные эксперименты были проведены и с другими видами овощного и фруктового сырья. В целях установления оптимальных технологических режимов ферментации овощей и фруктов с применением чистых культур молочнокислых культур в производственных условиях отработаны различные способы внесения бактериофогов в подготовленное сырье.

Экспериментальным путем установлено следующее.

Для более равномерного распределения закваски в толще продукта внесение целесообразнее осуществлять следующими способами:

- ♦ путем периодического опрыскивания раствором заквасок при загрузке в емкости для брожения до заливки рассолом, в случае ферментации капусты — при ведении процесса смешивания;

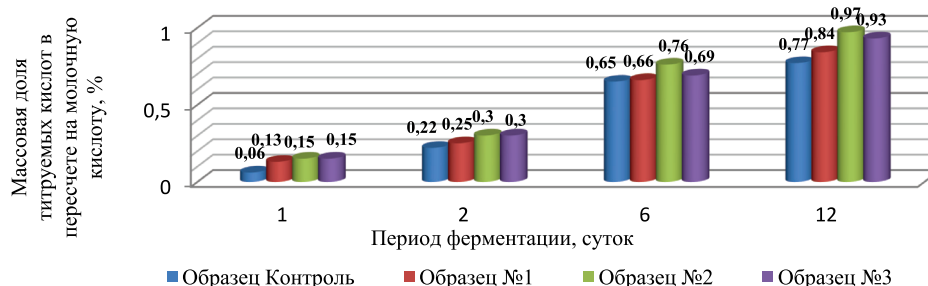


Рис. 3. Сравнительный анализ накопления молочной кислоты, накопленной при ферментации яблок с внесением заквасок молочнокислых бактерий

Fig. 3. Comparative analysis of the accumulation of lactic acid accumulated during the fermentation of apples with the introduction of starter cultures of lactic acid bacteria

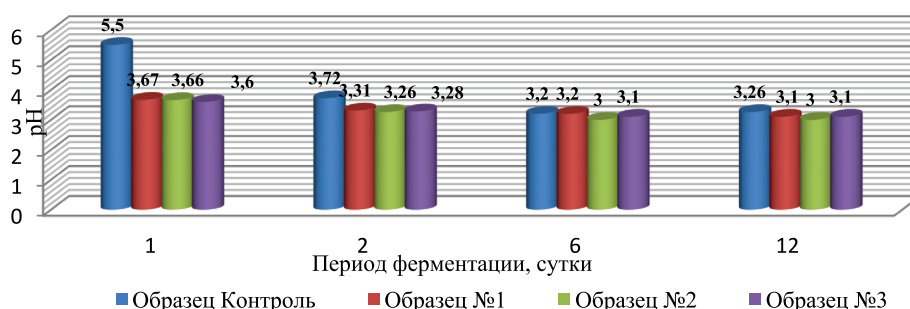


Рис. 4. Сравнительный анализ изменения pH при ферментации яблок с внесением заквасок молочнокислых бактерий

Fig. 4. Comparative analysis of pH changes during apple fermentation with the introduction of lactic acid bacteria starters

♦ путем внесения заквасок, разбавленных водой в приготовленный рассол или заквасочный раствор при интенсивном перемешивании.

Опыт показал, что процесс брожения огурцов начался раньше на 2 часа при внесении закваски в рассол, а капусты — на 5 часов, при добавлении консорциума на стадии смешивания. При перемешивании капусты с солью и остальными ингредиентами в смесителе наблюдалось значительное выделение сока, что также способствовало более быстрому и равномерному проникновению закваски в объем продукта.

Установлено, что при квашении свеклы в целом виде, начальные признаки активизации брожения наступили позже, чем у свеклы, ферментируемой в шинкованном виде. Через 3 часа от внесения на поверхности рассола свеклы шинкованной появились мелкие пузырьки газа, указывающие на начало процесса. Признаки брожения у свеклы, ферментированной в целом виде, наблюдались только через 6 часов от начала процесса. Набор необходимой концентрации молочной кислоты (0,6-0,8%) для свеклы квашеной в целом виде произошел на 15 сутки, для шинкованной — на 7 сутки.

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что размер сырья играет значительную роль в процессе ферментации, и может способствовать ускорению процесса на 35-40% за счет использования измельченного овощного сырья на стадии подготовки.

Закключение. На основании проведенных исследований в республике разработана технология и усовершенствован ассортимент ферментированной продукции из овощей и фруктов с применением чистых культур молочнокислых бактерий, отвечающей всем нормируемым критериям качества и безопасности, принятым к этой группе продукции.

Проведены работы по подбору компонентного состава ферментированной продукции, на основе отечественного овощного и фруктового сырья, в том числе ягод.

Осуществлен подбор наиболее эффективных штаммов чистых культур молочнокислых бактерий, объединенных в консорциумы для максимальной концентрации и усиления их свойств. Определены оптимальные концентрации бактериофагов и способы их внесения для каждого конкретного вида сырья при ведении процесса ферментации.

Определены основные критерии, характеризующие процесс ферментации с применением чистых культур молочнокислых бактерий. Установлено, что определяющими критериями эффективности ведения процесса является скорость накопления молочной кислоты и уро-

вень pH на первой стадии брожения: введение в ферментируемый продукт молочнокислых бактерий обуславливает чистоту процесса ферментации и минимизирует накопление побочных продуктов брожения:

- ♦ снижает на порядок уровень побочных продуктов брожения фруктов — массовая доля летучих кислот составила менее 0,04%, против нормируемого показателя — 0,3%;
- ♦ минимизирует спиртовое брожение: массовая доля спирта составила менее 0,005% при допустимом значении 1,3%;
- ♦ сокращает сроки ферментации на первой стадии у капусты на 25-30%, у моркови и свеклы — на 20-25%, у огурцов — на 30%.

Список использованных источников

1. Синха, Н. К. Настольная книга производителя и переработчика плодоовощной продукции / Под ред. Н. К. Синха, И. Г. Хью. — Пер. с англ. — СПб.: Профессия, 2013. — С. 896.
2. Кондратенко В. В., Посокина Н. Е., Лялина О. Ю. Направленное ферментирование как фактор формирования стабильного качества квашеной капусты // Здоровье населения и среда обитания. 2020. — №6 (327). — С. 44-49. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-327-6-44-49>.
3. ГОСТ 34220 -2017 Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия: — Минск: БелГИСС, 2019. — С. 18.
4. СТБ 1190-99 Плоды и ягоды соленые, моченые, солено-маринованные, маринованные. Общие технические условия: — Минск: БелГИСС, 2000. — С. 12.
5. Павловская Л. М., Потоцкая С. В., Егорова В. З., Голубева С. Н. Совершенствование технологических процессов переработки плодов и овощей (рекомендации). — Минск, 2014. — С. 119.

Информация об авторах

Окунева Татьяна Юрьевна, главный специалист отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: 203sok@tut.by

Баровская Наталья Анатольевна, заведующий сектором по разработке режимов стерилизации отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: 203sok@tut.by

Павловская Людмила Михайловна, начальник отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: conserve-npc@tut.by

Головнева Наталья Алексеевна, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией молочнокислых и бифидобактерий ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», (ул. Академика Купревича, 2, 220084, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: golovnyova@yandex.by

The information on authors

Okuneva Tatyana Yuryevna, the chief specialist of department of technologies of conservation of foodstuff Scientific-practical center for foodstuffs of the National academy of sciences of Belarus, RUE; (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: 203sok@tut.by

Barouskaya Natalia Anatolievna, managing sector on working out of modes of sterilisation of department of technologies of conservation of foodstuff Scientific-practical center for foodstuffs of the National academy of sciences of Belarus, RUE; (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: 203sok@tut.by

Pavlovskaya Lyudmila Mikhailovna, head of the department of food preservation technologies of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: conserve-npc@tut.by

Golovneva Natalya Alekseevna, PhD (Biological), Head of the Laboratory of Lactic Acid and Bifidobacteria, State Scientific Institution “Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus” (2, Academician Kuprevich st., 220084, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: golovnyova@yandex.by

УДК 664.8.03

Поступила в редакцию 25.04.2025
Received 25.04.2025**К. И. Жакова, Л. М. Павловская, Л. А. Гапеева***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ВИДОВ УПАКОВКИ ИЗ
КОМБИНИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ
В КОНСЕРВНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. ИЗУЧЕНИЕ
ПРОЦЕССОВ МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В МОДЕЛЬНЫЕ
СРЕДЫ**

Аннотация. В статье представлена информация об упаковочных материалах, которые используются для консервированной продукции, модификациях упаковки из комбинированных материалов, ее отличительных характеристиках, а также применяемой упаковки в зависимости от конечного продукта; представлены результаты исследования миграции химических веществ в модельные среды

Ключевые слова: консервированные продукты, упаковка из комбинированных материалов, миграция химических веществ в модельные среды.

Ch. I. Zhakova, L. M. Pavlovskaya, L. A. Gapeeva*RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus***SYSTEMATIZATION OF THE MAIN TYPES OF PACKAGING FROM
COMBINED MATERIALS USED IN THE CANNING INDUSTRY OF THE
REPUBLIC OF BELARUS. STUDY OF THE PROCESSES OF MIGRATION
OF CHEMICAL SUBSTANCES IN MODEL ENVIRONMENTS**

Abstract. The article the information about packaging materials that are used for canned products, modifications of packaging made from combined materials, its distinctive characteristics, as well as the packaging used depending on the final product are provides; the results of the study of the migration of chemicals into model environments are presented

Keywords: canned products, packaging made from combined materials, migration, chemicals.

Введение. Упаковка продукта одна из составляющих, которая гарантирует его сохранность и высокие потребительские свойства.

Химические вещества, присутствующие в пищевой упаковке, могут потенциально мигрировать из нее в контактирующую с ней среду, а также во внешнюю среду. Опасность вредного воздействия упаковочных материалов определяется, как правило, токсичностью различных низкомолекулярных добавок и мономеров, входящих в их состав. Эти соединения могут выделяться в пищевые продукты, придавая им токсичные свойства.

В настоящее время в мире активно проводятся научные исследования по изучению содержания микрочастиц различных полимеров в объектах окружающей среды, включая организм человека, в продуктах питания.

Установлено наличие наночастиц полимерных материалов (ПЭТ-пластика полистирола, полиэтилена) в образцах крови человека [1]. При употреблении кофе в бумажном стаканчике организм человека получает наночастицы из полимера, покрывающего изнутри стаканчик для предупреждения от размокания, причем количество наночастиц, мигрировавших из полимера при 38 °С, такое же, как и при 100 °С [2].

Поэтому исследования, направленные на изучение процессов миграции вредных веществ из упаковки из комбинированных материалов в консервированную продукцию, которая отличается высокой кислотностью, значительным содержанием сахара, являются актуальными.

Цель исследования — анализ основных видов упаковки, применяемой в консервной отрасли Республики Беларусь, изучение процессов миграции химических веществ из упаковки из комбинированных материалов в модельные среды.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являются: упаковка типа «Пауч» для детского питания производства ООО «Данафлекс-Нано» (РФ); упаковочный материал для асептических пакетов типа «Тетра-Пак» для соковой продукции итальянской компании IPI (Италия).

Органолептические испытания проведены в соответствии с [3] и [4].

При определении миграции вредных веществ применен газохроматографический метод в соответствии с [5] и [6].

Испытания проведены со следующими модельными средами: дистиллированная вода, 2%-ый раствор лимонной кислоты, растительное масло. Условия проведения испытаний: температура 20°C — 25°C, экспозиция 10 суток.

Показатель «Изменение кислотного числа» определялся в соответствии с [7].

Результаты исследования и их обсуждение. Упаковка из комбинированных материалов — это единая конструкция из многослойного материала, образуемого несколькими составляющими (бумагой, картоном, алюминиевой фольгой, полимерным материалом) путем склеивания, экструзией, нанесением покрытия. Слои комбинированного материала не могут быть разделены без утраты функциональных или физических свойств такого материала.

Структура комбинированного материала (порядок чередования слоев) определяется его функциональным назначением. Внешний слой осуществляет защиту от внешнего воздействия, а также служит основой для нанесения красочной печати, внутренний слой обеспечивает герметизацию упаковки, средний — обеспечивает барьерные свойства, придает дополнительную прочность.

Обязательные для применения и исполнения требования к упаковке приведены в техническом регламенте ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки», согласно которому безопасность упаковки из комбинированных материалов должна обеспечиваться [3]: санитарно-гигиеническими показателями материалов, которые используются для ее производства; механическими показателями; показателями химической стойкости; герметичностью.

В соответствии с [3] установлены следующие сочетания комбинированных материалов: бумага и картон/пластмасса; бумага и картон/алюминий; бумага и картон/белая жесть; бумага и картон/пластмасса/алюминий; бумага и картон/пластмасса/алюминий/белая жесть; пластмасса/алюминий; пластмасса/белая жесть; стекло/пластмасса; стекло/алюминий; стекло/белая жесть.

Свойства, придаваемые основным компонентом многослойному материалу представлены в таблице 1.

Таблица 1. Свойства, придаваемые многослойному материалу, компонентами, присутствующими в их составе
Table 1. Properties imparted to multilayer materials by the components present in their composition

Наименование компонента	Условные обозначения
Алюминиевая фольга	Н, ПР, В, Г, Ж, М, Т, П
Бумага	Н, ПР, П, М
Полиэтилен низкой плотности	В, М, С
Полиэтилен высокой плотности	ПР, В, М, С, Т
Полипропилен	ПР, В, Т, С
Ориентированный полипропилен	ПР, В, Т
Поливинилхлорид	С, Г, В, П, Ж
Сополимер винилиденхлорида с винилхлоридом	С, Г, В, П, Ж, М
Полиэтилентерефталат	Г, В, П, ПР, Ж, М, Т
Полиамиды	Г, П, ПР, Ж, М, Т, С
Целлофан	П, Г, ПР, Ж

С — способность к термической сварке; П — способность воспринимать красочную печать; Г — газонепроницаемость; Н — непрозрачность (в том числе для УФ-лучей); ПР — прочность, жесткость; В — влаго-паронепроницаемость; Т — термостойкость; М — морозостойкость; Ж — жиростойкость

Упаковка для консервированной продукции должна отвечать всем общим требованиям, предъявляемым к упаковке для пищевых продуктов — сохранять качество продукции в те-

чение гарантийного срока годности, иметь прочностные характеристики, обеспечивающие сохранность при складской обработке и транспортировке, обеспечивать удобство пользования продуктом для потребителя [8].

К этим общим требованиям добавляется еще и ряд специфических: высокая адгезионная стойкость и непроницаемость, высокая степень герметичности (непроницаемость в отношении микроорганизмов, а также водо-, паро-, газо- и ароматонепроницаемость), малая светопроницаемость, особенно для ультрафиолетовых лучей. Упаковка должна выдерживать высокую термическую нагрузку и перепады давления при применении технологии стерилизации продукта в самой упаковке.

Консервированные продукты особенно чувствительны к действию кислорода, из-за которого происходит окисление жиров, вызывающее их прогоркание, разрушение витаминов, деструкция красящих веществ, повышение кислотности, а также к действию микроорганизмов, вызывающих порчу продукции. Поэтому упаковка должна обладать высокими барьерными свойствами [9, 10].

На рисунках 1-4 показаны разновидности упаковки из комбинированных материалов.



Рис 1. Полужесткая упаковка на основе бумаги или картона (пакеты типа «Тетра-Пак»)
Fig 1. Semi-rigid packaging based on paper or cardboard (Tetra-Pak bags)



Рис. 2. Упаковка типа «мешок в коробке» (Bag in box)
Fig. 2. Bag in box packaging



Рис. 3. Гибкая упаковка типа «Дой-Пак»
Fig. 3. Flexible Doy-Pack packaging



Рис. 4. Полужесткая стерилизуемая упаковка Ламистер
Fig. 4. Semi-rigid sterilizable packaging Lamister

Видовые разновидности упаковки из комбинированных материалов многообразны и зависят от свойств и требований продукции, для которой она изготавливается [11].

Самая распространенная упаковка — типа «Тетра-Пак» — полужесткие пакеты из многослойного комбинированного материала из картона, полиэтилена и алюминиевой фольги, которые производят в виде рулонного комбинированного материала или из плоско сложенных заготовок.

Упаковочные системы из комбинированных материалов на основе бумаги или картона подразделяют на две категории:

- ♦ для продуктов, которые могут храниться при температуре окружающей среды, в этом случае материал упаковки состоит из картона, алюминиевой фольги и нескольких слоев полиэтилена;
- ♦ для продуктов, которые должны храниться в охлажденном состоянии с небольшими сроками годности, в таком варианте материал упаковки состоит из картона, ламинированного с двух сторон полиэтиленом.

Пакеты имеют различные способы открывания, такие как: перфорация, откидной клапан, отрывной язычок или скручивающаяся крышечка, для порционной упаковки предусмотрено отверстие для соломки.

В настоящее время к ведущим фирмам в области асептической и неасептической упаковки, которые производят упаковку из комбинированных материалов на основе бумаги или картона относятся, Tetra Pak (шведско-швейцарская транснациональная компания), занимающая 80% рынка, Elopak (с упаковкой Pur-Pak, Норвегия) и SIG Combibloc (Австрия).

Модификации упаковки типа Тетра-Пак заключаются в изменении материалов для ее изготовления, пропорций и удобства использования (с крышеобразным верхом «гребешком», пирамидальной формы, прямоугольной формы «кирпичиком», клинообразной формы, многогранные и изогнутые, квадратного сечения со скругленными углами, цилиндрической формы и др., рисунок 5).

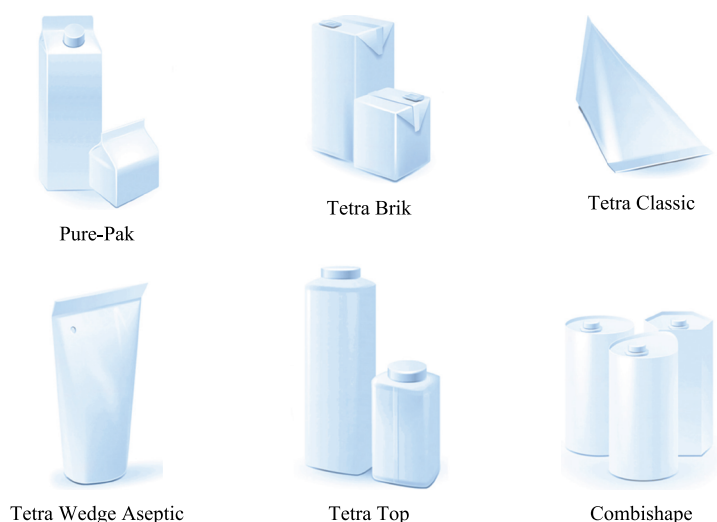


Рис. 5. Модификации упаковки типа Тетра-Пак
Fig. 5. Modifications of Tetra-Pak type packaging

Основной материал пакета — многослойный картон из древесной целлюлозы, который обеспечивает нейтральность относительно запаха и вкуса, прочность, жесткость, гигиеничный внешний вид и качество поверхности для печати. Барьерные и термосвариваемые свойства создают полимерные материалы с различной плотностью и молекулярной структурой. Картон с двухсторонним полиэтиленовым (ПЭ) покрытием обеспечивает непроницаемость для жидкости и защиту от влаги, сополимер этилена и винилового спирта (EVON) и полиамиды (ПА) придает хорошие барьерные свойства по отношению к кислороду и вкусоароматическим летучим соединениям, а также стойкость к воздействию жиров и масел. Высокими барьерными свойствами к свету, кислороду, водяному пару, посторонним запахам, к жирам и маслам обладает также алюминиевая фольга [10, 12].

Упаковку типа «Тетра-Пак» для производства соковой продукции используют следующие предприятия Республики Беларусь: ОДО «фирма АВС г. Гродно», СООО «Оазис Групп», ОАО «Гамма вкуса», ООО «Белфуд Продакшн», ПУП «Вланпак», упаковку «типа IPI» — РУП «Толочинский консервный завод».

Упаковка типа «мешок в коробке» (Bag in box) — система упаковочной тары, включающая в себя высокопрочный многослойный пакет, помещенный в жесткую оболочку и имеющий различные типы кранов, укупорочных и разливных устройств. Потребительская упаковка

выпускается вместимостью от 1 до 20 литров, тара для оптовых поставок — вместимостью до 700 литров. Применение данной упаковки предполагает асептический метод консервирования или горячий розлив.

Упаковку типа «мешок в коробке» используют для производства соковой продукции методом горячего розлива Столбцовский филиал ОАО «Городейский сахарный комбинат», ПК имени В.И. Кремко, СПК «Тихиничи», ОАО «Ляховичский консервный завод», а также ряд фермерских хозяйств; для производства полуфабрикатов пюре и соков асептического консервирования — ПУП «Стародорожский плодоовощной завод» ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат», ОАО «Гамма вкуса», ОАО «Городейский сахарный комбинат» и др.

Гибкая упаковка из комбинированных материалов типа «Дой-Пак» — потребительская упаковка из гибких термосвариваемых упаковочных материалов с устойчивым, при наполнении продуктом, дном, изготавливаемая из двух-, трех- или четырехслойной ламинированной пленки толщиной 80–160 мкм. Она обладает достаточной механической прочностью, химической стойкостью, герметичностью, необходимой степенью проницаемости, подходит для разнообразных продуктов, таких, как соки, майонез, соусы, масла растительные, детское питание, вино и многое другое, а возможность изготовления пакетов с использованием замка «zip-lock», клапанов и дозаторов (штуцеров) позволяет многократно открывать и закрывать упаковку, что значительно повышает ее потребительскую привлекательность.

На рисунке 6 представлены модификации гибкой упаковки из комбинированных материалов.



Рис. 6. Модификации гибкой упаковки из комбинированных материалов
Fig. 6. Modifications of flexible packaging made from combined materials

Разновидность упаковки «Doypack» типа «Pouch» («пауч») используют для выпуска пюреобразных консервов на ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат», ООО «Белфуд Продакшн», ООО «Оазис Групп», ООО «ЛВЛ Эволюшн», ОАО «Гамма вкуса». С 2024 года ОДО «фирма АВС г. Гродно» начало производство десертных стерилизуемых продуктов в упаковке Дой-пак.

В плодоовощной консервной отрасли республики применяются и другие виды упаковки: стеклянные банки и бутылки, которые укупоривают металлическими крышками различного типа, металлические банки. Упаковка из стекла отличается абсолютной безопасностью и экологичностью, нечувствительна к влажности и коррозии, но имеет ряд недостатков — высокая хрупкость, значительный вес, высокая стоимость.

В таблице 2 отражены достоинства и недостатки применяемой при производстве консервированной продукции упаковки.

Для расфасовки продукции в упаковку из комбинированных материалов существует два технологических приема: использование предварительно сформированных пакетов и формирование пакетов, заполнение их продуктом и термосваривание непосредственно на технологической линии.

Также различают два основных способа консервирования при использовании упаковки из комбинированных материалов — пастеризация и стерилизация продукции в упакованном виде и асептическое консервирование, когда продукт и упаковка стерилизуются отдельно друг от друга и затем в асептических условиях происходит фасовка продукции. Существует и третий способ, когда продукт проходит стерилизацию в потоке до промышленной стерильности, охлаждается до температуры розлива и методом «горячего» розлива разливается в упаковку, где за счет самоостывания происходит уничтожение вторичной микрофлоры, попадающей в продукт при розливе. Такая технология используется на Столбцовском филиале ОАО «Городейский сахарный комбинат» и на ОАО «Ляховичский консервный завод».

Востребованность упаковки из комбинированных материалов на рынке Беларуси увеличивается, так как производители заинтересованы в снижении затрат при производстве и транспортировке. Благодаря развитию технологий и появлению новых полимеров упаковка из

комбинированных материалов приобретает функциональные возможности традиционной упаковки. Упаковка из комбинированных материалов имеет ряд преимуществ перед другими видами: низкая себестоимость, водо-, газо- паронепроницаемость, герметичность, небольшой собственный вес, может иметь любую форму и вместимость, сокращение продолжительности стерилизации.

Таблица 2. Отличительные характеристики упаковки для консервов
Table 2. Distinctive characteristics of packaging for canned food

Достоинства упаковки	Недостатки упаковки
<i>Стеклянная</i>	
- экологична и гигиенична; — не воздействует на вкусовые характеристики содержимого; — имеет меньшую теплопроводность и большую термостойкость; - нечувствительность к влажности и коррозии; — возможность повторного использования	- большой вес и габариты; — хрупкость; - более сложный процесс санитарной обработки перед фасовкой; — высокая стоимость
<i>Металлическая</i>	
- имеет повышенную прочность; — выдерживают сильные механические и ударные нагрузки; — не воздействует на вкусовые качества продукта; — не реагирует на воздействия содержимого	- чувствительна к высокой влажности и коррозии; — чувствительна к термическому воздействию (теплопроводна); — имеет более сложную технологию укупорки; — является одноразовой
<i>Из комбинированных материалов типа «Тетра-Пак», типа «IPI»</i>	
- механическая прочность; — непроницаемость; — высокие потребительские свойства; — легко складывается и транспортируется	- сложная и долгосрочная утилизация; - меньшие сроки хранения
<i>Из комбинированных материалов типа «Дой-Пак»</i>	
- механически прочная, устойчивая на прокол и долговечная; - имеет минимальный вес и компактные габариты; - термостойкая, выдерживает стерилизацию и пастеризацию; - легко складывается и транспортируется; — может иметь любую форму и размеры; — дает максимальную герметичность (не пропускает воздух, влагу, УФ)	- ограничения по разогреву продукта в упаковке; — сложная и долгосрочная утилизация; — меньшие сроки хранения
<i>Из комбинированных материалов — ламистерная</i>	
- имеет минимальный собственный вес; — может иметь любую форму; — удобно закупоривается герметичной фольгой и легко откупоривается; — имеет высокие теплофизические характеристики и выдерживает стерилизацию при 120°C; — имеет минимальную себестоимость производства	- очень хрупкая, деформируется при сильном механическом воздействии, что требует очень аккуратной транспортировки, бережного складирования консервов

Существенным недостатком такой упаковки является ее сложная и долгосрочная утилизация. Также упаковка из комбинированных материалов может являться источником миграции химических веществ в контактирующую с ней продукцию в случае, если 1) нарушается технология изготовления упаковки, 2) при изготовлении упаковочных материалов используются полимеры, применение которых в пищевой промышленности недопустимо, 3) при несоответствии упаковки нормативным требованиям по механическим показателям (размер сварного шва, механическая прочность), 4) при нарушении технологического процесса и хранения готовой продукции в упаковке.

В таблице 3 представлен обзор консервированных продуктов, изготавливаемых в республике, с указанием видов применяемой упаковки из комбинированных материалов в соответствии с ТНПА.

Анализ данных таблицы 3 показал, что упаковка из комбинированных материалов применяется для всех основных групп плодоовощных консервов, в том числе и для детского питания. Наиболее востребованными являются пакеты типа «Тетра-Пак», «пауч», «мешок в коробке», которые предназначены для упаковывания соковой продукции и консервов для детского питания.

Очень важно при использовании упаковки из комбинированных материалов учитывать состав и физико-химические свойства продукции, а также условия хранения готовой продукции.

**Таблица 3. Обзор консервированных продуктов
и применяемой упаковки из комбинированных материалов**
Table 3. Review of canned products and used packaging made from combined materials

Наименование консервов, ТНПА	Контролируемые физико-химические показатели консервов	Вид применяемой упаковки из комбинированных материалов в соответствии с ТНПА	Использование упаковки в РБ
Рагу овощное, СТБ 719	Массовая доля титруемых кислот — не более 0,7% Массовая доля жира — не менее 6 % Массовая доля хлоридов — 1,3-1,8 % рН — не более 4,8	Реторт-пакеты типа Дой-Пак Ламистерная упаковка не более 1 дм ³	Применяется
Хрен столовый, СТБ 350	Массовая доля титруемых кислот — 0,5-1,8 % Массовая доля хлоридов — 0,7-3,0 %	Упаковки из комбинированных материалов вместимостью не более 0,5 дм ³	Не применяется
Соки березовые, СТБ 962	Массовая доля титруемых кислот — 0,1-0,7 % рН — не более 4,0	Пакеты из комбинированных материалов	Применяется
Овощи и грибы быстрозамороженные, СТБ 986	Массовая доля влаги — не более 97% Температура продукта — не более -18°C	Пачки из комбинированных материалов до 3 кг	Применяется
Консервы фруктовые и фруктово-овощные диабетические, СТБ 1028	Массовая доля титруемых кислот — не более 2 %	Пакеты из комбинированных материалов, упакованные асептическим способом не более 1 дм ³	Не применяется
Вторые обеденные блюда, СТБ 1084	Массовая доля титруемых кислот — не более 0,6 % Массовая доля жира — не менее 5 % Массовая доля хлоридов — 1-2,5 %	Пакеты типа: Дой-Пак, Ламистерная упаковка не более 1 дм ³	Применяется
Горчица пищевая и соусы горчичные, СТБ 337	Массовая доля титруемых кислот — 0,8-3 % Массовая доля жира — не менее 1 % Массовая доля хлоридов — 0,8-3 %	Упаковки из комбинированных материалов не более 0,5 дм ³	Применяется
Первые обеденные блюда, СТБ 1369	Массовая доля жира — не менее 5 % Массовая доля хлоридов — 0,5-4,0 % Массовая доля кислотности — не более 1 %	Упаковки из комбинированных материалов стерилизуемые не более 1 дм ³	Применяется
Полуфабрикаты фруктовые и овощные (подварки и начинки), СТБ 760	Массовая доля растворимых сухих веществ — 25-80 % Массовая доля титруемых кислот — 0,1-3,5 % рН — не более 5	Трехслойные асептические мешки вместимостью не более 500 дм ³	Применяется
Фрукты протертые или дробленые, СТБ 1636	рН — не более 4,4	Пакеты типа: Тетра-Брик-Асептик, Комби-Блок-Асептик, Пюр-Пак не более 1 дм ³ Упаковка типа: Дой-Пак, Пауч не более 1 дм ³ Ламистерная упаковка не более 1 дм ³	Применяется

Окончание табл. 3

Наименование консервов, ТНПА	Контролируемые физико-химические показатели консервов	Вид применяемой упаковки из комбинированных материалов в соответствии с ТНПА	Использование упаковки в РБ
Соки фруктовые концентрированные, СТБ 1825	Массовая доля титруемых кислот — не менее 0,2-1,6 % (в зависимости от сырья)	Комбинированная асептическая упаковка «мешок в коробке», «мешок в бочке»	Применяется
Соки фруктовые прямого отжима, СТБ 1823 Соки фруктовые восстановленные, СТБ 1824 Соки, нектары, сокосодержащие напитки овощные, фруктово-овощные и овошефруктовые, СТБ 829 Нектары фруктовые, СТБ 1449 Напитки фруктовые сокосодержащие, СТБ 965	Массовая доля титруемых кислот — не менее 0,2-1,6 % (в зависимости от сырья) рН — не более 4,8	Пакеты типа Тетра-Брик-Асептик, Комби-Блок-Асептик, Пюр-Пак не более 2 дм ³ ; упаковка типа Дой-Пак не более 2 дм ³ ; Bag in Box не более 10 дм ³	Применяется
Соки, нектары, сокосодержащие напитки и морсы для детского питания для детей раннего возраста, СТБ 2050	Массовая доля титруемых кислот — не более 0,8 %	Пакеты типа: Тетра-Пак упакованные асептическим способом не более 0,35 дм ³ Пауч не более 0,35 дм ³	Применяется
Консервы на овощной основе для детского питания для детей раннего возраста, СТБ 2051	Массовая доля титруемых кислот — не более 0,8 % Массовая доля хлоридов — не более 0,4 % Массовая доля жира — не более 6 %	Пакеты типа: Тетра-Пак, упакованные асептическим способом не более 0,25 дм ³ Пауч не более 0,25 дм ³	Не применяется
Консервы на фруктовой основе для детского питания для детей дошкольного и школьного возраста, СТБ 2052	Массовая доля титруемых кислот — не более 0,8 % Массовая доля жира — не более 4,5 %	Пакеты типа: Тетра-Пак упакованные асептическим способом не более 0,25 дм ³ Пауч не более 0,25 дм ³	Применяется
Соковая продукция для детского питания для детей дошкольного и школьного возраста, СТБ 2346	Массовая доля титруемых кислот — не более 1,3 %	Пакеты типа Тетра-Брик-Асептик, Комби-Блок-Асептик, Пюр-Пак не более 2 дм ³ Упаковка типа: Дой-Пак не более 2 дм ³ «мешок в коробке» не более 3 дм ³	Применяется
Пюре-полуфабрикаты фруктовые и овощные, ТУ РБ 28632049.193 Соки-полуфабрикаты фруктовые, ТУ РБ 100033770.243	Массовая доля титруемых кислот — 0,1-3,0 % рН — не более 5,5	Упаковка из комбинированных материалов (мешки) упакованные асептическим способом до 500 дм ³	Применяется

Для консервов из фруктов и овощей характерны высокие значения титруемой кислотности, а также в определенных видах продукции (обеденных блюдах, закусочных) — содержание жира и соли, что является агрессивной средой со стороны продукта в системе «пищевой продукт-упаковка».

Например, при длительном хранении высококислотной консервированной продукции существует потенциальная опасность при старении полимера (внутреннего слоя упаковки) выделение продукта его окисления — формальдегида, который относится ко 2-му классу опасности и оказывает негативное влияние на организм человека и входит в перечень по-

тенциальных канцерогенных соединений. Поэтому защитные свойства упаковки, а также ее санитарно-гигиенические свойства имеют исключительное значение.

С целью обеспечения безопасного применения упаковки, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей упаковки относительно ее назначения, защиты жизни и здоровья человека существуют требования, предъявляемые непосредственно к упаковке (укупорочным средствам) и связанные с ним требования к процессам хранения, транспортирования и утилизации, обязательные для применения и исполнения.

Прежде всего, материалы, предполагаемые для использования в качестве упаковочных (укупорочных) средств, исследуются на безопасность и безвредность для потребителя, в том числе и на миграцию химических веществ в модельные среды, контактирующие с этими материалами.

Исследования органолептических показателей образцов упаковки типа «Пауч» и упаковочного материала типа «Тетра-Пак» (IPI) показали их соответствие требованиям существующей нормативной документации (таблица 4).

Таблица 4. Результаты органолептических испытаний упаковки типа «Пауч» и упаковочного материала типа «Тетра-Пак» (IPI)

Table 4. Results of organoleptic tests of pouch type packaging and Tetra-Pak type packaging material (IPI)

Показатель	Единицы измерения	Результаты испытаний упаковки типа «Пауч»	Результаты испытаний упаковочного материала для пакетов типа «Тетра-Пак» (IPI)	Требования ТР ТС 005, не более
Испытания образца упаковки				
Запах	баллы	0	0	1
Испытания водных вытяжек				
Запах	баллы	0	0	1
Муть	-	н.о.	н.о.	Не допускается
Осадок	-	н.о.	н.о.	Не допускается
Окрашивание	-	н.о.	н.о.	Не допускается
Привкус	-	н.о.	н.о.	Не допускается
Цвет и состояние наружной и внутренней поверхности упаковки — поверхность гладкая, чистая, без инородных включений, пузырей, сквозных отверстий и несмываемых загрязнений, не индуцирует постороннего запаха.				

Результаты исследований миграции вредных веществ представлены в таблице 5, 6.

Как видно из таблицы 5, миграция химических веществ из образца упаковки типа «Пауч» в модельные среды отсутствует.

Анализируя данные, представленные в таблице 6, установлено, что в модельной среде, содержащей 2 % лимонной кислоты, обнаружены формальдегид и ацетон, мигрировавшие из упаковочного материала для пакетов типа «Тетра-Пак» (IPI), однако их содержание не превышает действующих нормативов. Кислотное число в модельной среде, содержащей растительное масло, также не превышает значений, установленных в нормативных документах.

Таким образом, в результате проведенных исследований по миграции химических веществ из упаковки в модельные среды установлено, что образцы упаковки типа «Пауч» и упаковочного материала для пакетов типа «Тетра-Пак» (IPI) соответствуют требованиям ТР ТС 005.

Закключение. В консервной отрасли РБ упаковка из комбинированных материалов представлена полужесткими пакетами типа Тетра-Пак, гибкой упаковкой типа Дой-Пак, системой упаковочной тары типа «мешок в коробке» и применяется для производства всех основных групп плодоовощных консервов, в том числе и для детского питания (соковой продукции, фруктового и овощного пюре, томатопродуктов, обеденных блюд, закусочных консервов, горчицы и соусов горчичных, пюре и соков-полуфабрикатов).

При проведении санитарно-гигиенической оценки упаковки из комбинированных материалов в исследованиях используют не сами продукты, а искусственные среды, моделирующие природу этих продуктов (модельные среды), а также условия — моделирующие практические условия технологической обработки и хранения упакованных пищевых продуктов, что с полной уверенностью не может гарантировать адекватного эффекта от воздействия продукта, как сложной пищевой системы, на упаковку в течение длительного времени хранения (до двух-трех лет). Это проблема будущих исследований, над которой предстоит совместная работа, как представителей производственных предприятий, так и ученых-технологов и специалистов в области гигиенической безопасности.

Таблица 5. Результаты миграции вредных химических веществ из упаковки типа «Пауч» в модельные среды
Table 5. Results of migration of harmful chemicals from pouch type packaging into model environments

Показатель, единица измерения	Результаты испытаний			Требования* ТР ТС 005, не более	Требования** ТР ТС 005, не более
	дистиллированная вода	2 % лимонная кислота	растительное масло		
Формальдегид, мг/л	н.о.	н.о.	-	не допускается	0,100
Ацетальдегид, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,200	0,200
Ацетон, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,100	0,100
Пропиловый спирт, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,100	0,100
Изопропиловый спирт, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,100	0,100
Бутиловый спирт, мг/л	н.о.	н.о.	-	не допускается	0,500
Изобутиловый спирт, мг/л	н.о.	н.о.	-	не допускается	0,500
Этилацетат, мг/л	н.о.	н.о.	-	не допускается	0,100
Гексан, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,100	0,100
Гептан, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,100	0,100
Метиловый спирт, мг/л	н.о.	н.о.	-	не допускается	0,200
Кислотное число, мг КОН/г	-	-	<0,05	0,1	0,1

Примечание:

- «н.о.» — не обнаружено: меньше нижней границы диапазона измерений.
- «-» не определялось.
- * Требования при оценке упаковки для продуктов детского питания для детей раннего возраста.
- ** Требования при оценке упаковки для продуктов детского питания для детей дошкольного и школьного возраста и продукции общего назначения.

В соответствии с методикой нижняя граница диапазона измерений составляет:

- формальдегид — 0,020 мг/дм³;
- ацетальдегид, ацетон, пропанол, изопропанол, бутанол, изобутанол, этилацетат — 0,050 мг/дм³;
- гексан, гептан — 0,01 мг/дм³;
- метанол — 0,1 мг/дм³

Таблица 6. Результаты миграции вредных химических веществ из упаковки типа «Тетра-Пак» (IPI) в модельные среды
Table 6. Results of migration of hazardous chemicals from Tetra Pak packaging (IPI) into model environments

Показатель, единицы измерения	Результаты испытаний			Требования ТР ТС 005, не более
	дистиллированная вода	2% лимонная кислота	растительное масло	
Формальдегид, мг/л	н.о.	0,025	-	0,100
Ацетальдегид, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,200
Ацетон, мг/л	н.о.	0,06	-	0,100
Пропиловый спирт, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,100
Изопропиловый спирт, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,100
Бутиловый спирт, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,500
Изобутиловый спирт, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,500
Этилацетат, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,100
Гексан, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,100
Гептан, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,100
Метиловый спирт, мг/л	н.о.	н.о.	-	0,200
Кислотное число, мг КОН/г	-	-	<0,05	0,1

Примечание:

- «н.о.» — не обнаружено: меньше нижней границы диапазона измерений.
- «-» не определялось.

В соответствии с методикой нижняя граница диапазона измерений составляет:

- формальдегид — 0,020 мг/дм³;
- ацетальдегид, ацетон, пропанол, изопропанол, бутанол, изобутанол, этилацетат — 0,050 мг/дм³;
- гексан, гептан — 0,01 мг/дм³;
- метанол — 0,1 мг/дм³

Проведенные исследования установили отсутствие миграции химических веществ из упаковок из комбинированных материалов типа «Пауч» и упаковочного материала для пакетов типа «Тетра-Пак» (PI) в модельные среды. В средах, содержащих 2 % лимонной кислоты, установлено наличие формальдегида и ацетона, перешедших из упаковки, однако их содержание не превышает пределов, детерминированных нормативными документами.

Список использованных источников

1. В крови людей впервые найдены следы микропластика. — URL: <http://minsknews.by> (дата обращения 25.03.2022).
2. Кофе с наночастицами // Аргументы и факты. — 2022. — № 21. — С. 23.
3. ТР ТС 005/2011 О безопасности упаковки. — Минск: БелГИСС, 2012. — 36 с.
4. Инструкция 2.3.3.10.15-64-2005 «Санитарно-химические исследования изделий, изготовленных из полимерных и других синтетических материалов, контактирующих с пищевыми продуктами», утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РБ 21.11.2005 № 184. — Минск: Минздрав РБ, 2005. — 98 с.
5. ГОСТ 33446-2015 Упаковка. Определение концентрации формальдегида в воде и модельных средах. — Минск, 2016. — 14 с.
6. ГОСТ 34174-2017 Упаковка. Газохроматографическое определение содержания гексана, гептана, ацетальдегида, ацетона, метилацетата, этилацетата, метанола, изопропанола, акрилонитрила, н-пропанола, бутилацетата, изобутанола, н-бутанола, бензола, толуола, этилбензола, м-, о- и п-ксилолов, изопропилбензола, стирола, альфа-метилстирола в водных вытяжках. — Минск, 2018. — 18 с.
7. ГОСТ 34168-2017 Упаковка. Определение изменения кислотного числа. — Минск, 2018 — 14 с.
8. Ухарцева И.Ю., Цветкова Е.А., Гольдаде В.А. Полимерные упаковочные материалы для пищевой промышленности: классификация, функции и требования (обзор) // Пластические массы. — 2019. — № 9 — 10. — С. 56 — 63.
9. Коляда Л.Г., Гиревая Х.Я., Тарасюк Е.В., Смирнова А.В. К вопросу о миграции компонентов полимерной пищевой упаковки / Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — 2017. — № 6 (47). — С. 101-105.
10. Эдгардт Р.В., Коляда Л.Г. Современные аспекты использования полимерной упаковки для пищевых продуктов. — Магнитогорск. — 5 с.
11. Солдатова, С.Ю. Перспективные виды упаковки для консервированной продукции / С.Ю. Солдатова, Т.Б. Гусева, С.А. Корзунов // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. — 2020. — № 14. — С. 213-222.
12. Федотова О.Б. Роль миграции в процессах взаимодействия упаковки с продуктом / Переработка молока. — 2016. — № 12. — С. 14-16.

Информация об авторах

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

E-mail: zhakova@belproduct.com

Павловская Людмила Михайловна, начальник отдела технологий консервирования пищевых продуктов, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: konserv@belproduct.com

Гапеева Людмила Александровна, научный сотрудник отдела технологий консервирования пищевых продуктов, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: 2945684@mail.ru

Information about authors

Zhakova Christina Ivanovna, PhD (Technical), scientific secretary, RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova st., 220037, Minsk, Republic of Belarus)

E-mail: zhakova@belproduct.com

Pavlovskaya Lyudmila Mikhailovna, head of Food Preservation Technology Department, RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: konserv@belproduct.com

Gapeeva Lyudmila Alexandrovna, researcher of the Department of Food Preservation Technologies, RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova st., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: konserv@belproduct.com