

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 11**  
**№3(41)**  
**2018**

**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) 285-39-70,  
285-39-71, 294-31-41 (редактор)  
e-mail: aspirant@belproduct.com  
Навуковыя і навукава-практычныя  
даследаванні і навукава-тэхнічныя  
Міненскія даследаванні могуць на падпаддаць  
і публікацыі аўдэра

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

Отпечатано в типографии

УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 11.12.2017.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

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

Тираж 100 экз. Заказ 290.

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.)

**Подписные индексы:**

для индивидуальных подписчиков 01241

для ведомственный подписчиков 012412



# FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Vol. 11, №1(39) 2018

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

**Editor-in-Chief:**

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

**Editorial Board:**

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

**Akulich Aleksandr Vasilievich** – Deputy Principal for science work of the educational institution “Mogilev State Foodstuffs University”, Doctor of Engineering sciences, Professor, Honored Inventor of the Republic of Belarus (with consent).

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

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

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

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

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

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

**Pochitskaya Irina Mikhailovna** – Head of the Republican control and testing complex for foodstuffs quality and safety of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, PhD in Agricultural sciences

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

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

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

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

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

**Yushkevich Marina Nikolaevna** – layout editor, leading engineer of the Department of the information and staff management of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus

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. 11**

**№3(41)**

**2018**

**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: +375-17-285-39-70,  
+375-17-285-39-71, +375-17-294-31-41  
(editor)

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

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

Printed at UE "IVC Minfina"

It is sent of the press 11.12.2017

Format 60x84/8. Offset paper.

NewtonC type. Offset printing.

Printed pages 11,16.

Publisher's signatures 12,80.

Circulation 100 copies. Order 290.

LP № 02330/89 of 3 March 2014

17, Kalvaryiskaya str., Minsk 220004

**Founder**

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

Registered in Ministry of Information of the  
Republic of Belarus

(Registration Certificate № 530 of July 2009)

**Subscription indexes**

For individuals 01241

For legal entities 012412

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Ловкис З.В., Миронова Н.П.</b> «Пищевая промышленность: наука и технологии» как научно-техническое издание. Концепция журнала и перспективы его развития .....	6
<b>Мельникова Л.А., Журня А.А.</b> Оценка эффективности обогащенных хлебобулочных изделий для школьного питания .....	12
<b>Ловкис З.В., Ермаков А.И., Заболотец А.А.</b> Перспективы применения нативного картофельного крахмала в кондитерской промышленности .....	19
<b>Микулинич М.Л., Масанский С.Л., Азаренок Н.Ю., Микулинич П.В., Моргунов А.Н.</b> Применение дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа при моделировании потребительских свойств полисолодовых экстрактов.....	31
<b>Кучер А.С., Трощая Т.П., Ануфрик С.С., Анучин С.Н.</b> Исследование влияния амарантовой муки на качество хлебобулочных изделий .....	44
<b>Пчельникова А.В., Бабодей В.Н., Жакова К.И.</b> Исследование влияния послеуборочного дозревания на качественные показатели маслосемян рапса и горчицы сарептской при последующем хранении .....	53
<b>Почицкая И.М., Шерко Е.Г.</b> Современные проблемы проверок квалификации испытательных лабораторий в Республике Беларусь .....	68
<b>Бабодей В.Н., Жакова К.И., Пчельникова А.А.</b> Сравнительный анализ качественных показателей прозрачных мыл, представленных на рынке Республики Беларусь .....	75
<b>Павловская Л.М., Гапеева Л.А.</b> Прудовая рыба – перспективное сырье для промышленной переработки.....	85
<b>Миклух И.В., Сороко О.Л., Ефимова Е.В., Соколовская Л.Н., Забело Т.Н.</b> Влияние режимов тепловой обработки на свойства восстановленного сухого молочного сырья, предназначенного для изготовления ферментированных молочных продуктов .....	96

**CONTENTS**

<b>Lovkis Z.V., Mironova N.P.</b> «Food industry: science and technology» as a scientific and technical edition. The concept of the journal and the prospects of its development .....	6
<b>Melnikova L.A., Zhurnia A.A.</b> Effectiveness of enriched bakery products for school meals .....	12
<b>Lovkis Z.V., Ermakov A.I., Zabolotets A.A.</b> Prospects of using natural potato starch in the confectionery industry .....	19
<b>Mikulnich M.L., Masansky S.L., Azarenok N.Yu., Mikulinich P.V., Morgunov A.N.</b> Application of the descriptor and profile method of the tasting analysis when modelling consumer properties of polymalt extracts.....	31
<b>Kucher A.S., Trotskaya T.P., Anufrik S.S., Anuchin S.N.</b> Investigation of the influence of amaranthic flour on the quality of bakery products .....	44
<b>Pchelnikova A.V., Babodey V.N., Zhakova K.I.</b> Study of the influence of postharvest ripening on the quality parameters of rapeseed and seed of brown mustard at the subsequent storage .....	53
<b>Pochitskaya I.M., Sherko E.G.</b> Actual problems of laboratory proficiency testing in the Republic of Belarus .....	68
<b>Babodey V.N., Zhakova K.I., Pchelnikova A.A.</b> Comparative analysis of quality indicators of transparent soaps represented on the market of the Republic of Belarus .....	75
<b>Pavlovskaya L.M., Hapeyeva L.A.</b> Pond fish – promising raw materials for industrial processing.....	85
<b>Miklikh I.V., Soroko O.L., Efimova E.V., Sokolovskaya L.N., Zabelo T.N.</b> Influence of modes of heat treatment on the properties of the recovered dry dairy raw materials for the manufacture of fermented dairy products.....	96

УДК 637.136.5

Поступила в редакцию 02.08.2018  
Received 02.08.2018**З.В. Ловкис, Н.П. Миронова***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,  
г. Минск, Республика Беларусь***«ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ»  
КАК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ. КОНЦЕПЦИЯ ЖУРНАЛА  
И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ**

**Аннотация:** В статье, посвященной десятилетию научно-технического журнала «Пищевая промышленность: наука и технологии», рассматривается история создания и основные этапы развития данного научного издания, характеризуется тематика и география публикуемых научных статей. Описывается концепция журнала, представленная как модель, необходимая для подготовки издания к печати, определяющая его состав, содержание и оформление, а также основные структурные элементы концепции: читательский адрес (аудитория), назначение издания, характер информации, технические характеристики.

Анализируются основные направления развития научных изданий, современные тенденции в мировой практике редактирования, издания и оценки научных публикаций. Описываются перспективы развития журнала «Пищевая промышленность: наука и технологии» и возможные пути совершенствования редакционной политики издания для решения задачи по достижению уровня мировых стандартов.

**Ключевые слова:** журнал, научное издание, научная публикация, научная статья, пищевая промышленность, результаты исследований, редактирование, рецензирование статей, базы цитирования, концепция издания.

**Z.V. Lovkis, N.P. Mironova***<sup>1</sup>RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,  
Minsk, Republic of Belarus***«FOOD INDUSTRY: SCIENCE AND TECHNOLOGY» AS A SCIENTIFIC  
AND TECHNICAL EDITION. THE CONCEPT OF THE JOURNAL AND THE  
PROSPECTS OF ITS DEVELOPMENT**

**Abstract:** The article, devoted to the decade of the scientific and technical journal “Food industry: science and technology”, examines the history and the main stages of development of this scientific journal, characterizes the theme and geography of published scientific articles. The concept of the journal is presented as a model necessary for the preparation of the publication for printing, determining its composition, content and design, and its main structural elements: the reader’s address (audience), the purpose of the publication, the nature of the information, technical characteristics. The main directions of development of scientific publications, modern trends in the world practice of editing, publishing and evaluation of scientific publications are analyzed. The article describes the prospects for the development of the journal “Food industry: science and technology” and possible ways of making the editorial policy of the publication to solve the problem of achieving the level of world standards.

**Keywords:** journal, scientific journal, scientific publication, scientific article, food industry, research results, editing, reviewing articles, citation databases, the concept of publication.

Научные издания являются давним, испытанным и авторитетным во всем мире средством фиксации и распространения информации, созданной творческим трудом ученых. Такие издания одно-

временно выполняют несколько научно-организационных и образовательных функций: отражают результаты теоретических или экспериментальных исследований одного или целой группы ученых; выступают стимулом дальнейших научных исследований в указанной проблематике; служат для закрепления результатов научного познания; являются способом передачи знаний следующим поколениям и группам потребителей. Именно поэтому во всех значимых научных организациях и учебных учреждениях имеется как минимум одно регулярное печатное научное издание (журнал или сборник трудов), выходящее с периодичностью не менее одного раза в год. Наличие печатного научного издания является своего рода неформальным подтверждением уровня и статуса научной организации.

Научно-технический журнал «Пищевая промышленность: наука и технологии», учрежденный республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», издается ежеквартально с сентября 2018 года. Это самостоятельное научное издание предстаёт перед читателями в печатном виде, распространяется по подписке на территории Республики Беларусь, Российской Федерации и Украины, а также имеет электронную форму, представленную на сайте Центра по продовольствию и в Национальной библиотеке Беларуси.

В журнале на бесплатной основе публикуются материалы научных исследований ведущих ученых, практиков, преподавателей, аспирантов, магистрантов, освещающие актуальные вопросы теории и практики пищевой промышленности. Тематика представленных в журнале статей охватывает вопросы технологий производства продуктов питания, в том числе функционального действия, исследования процессов и аппаратов пищевых производств, а также проблемы контроля качества и безопасности продовольственного сырья и пищевой продукции. Они отражают результаты современных научных исследований, осуществляемых учеными разных организаций в области перерабатывающей промышленности.

Редакционная коллегия имеет международный статус и представлена ведущими учеными из Беларуси и России, из них 1 академик, 2 члена-корреспондента, 4 доктора и 7 кандидатов наук.

Началу издания журнала способствовало открытие аспирантуру и осуществление подготовки кадров высшей научной квалификации. Как известно, непременным условием для защиты диссертации является наличие необходимого числа публикаций в рецензируемых журналах, включенных в перечень Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь [1]. Перечень научных журналов в области пищевой промышленности в нашей республике достаточно ограничен, причем выходят они не чаще 1 раза в квартал. Поэтому вопрос о публикации научных статей соискателями, занимающимися подготовкой диссертаций, был очень актуальным. В связи с этим руководством Центра по продовольствию в 2008 году было инициировано издание собственного научно-технического журнала «Пищевая промышленность: наука и технологии» [2].

В первую очередь журнал рассматривался как издание для опубликования результатов научных исследований аспирантов и соискателей. В соответствии с этой целью была разработана концепция журнала [3], определяющая его состав, содержание и оформление и включающая следующие структурные элементы: читательский адрес (аудитория), назначение издания, характер информации, технические характеристики.

Целевая аудитория журнала – ученые, аспиранты, соискатели, магистранты, преподаватели вузов, студенты, занимающиеся научными исследованиями в области пищевых технологий, а также специалисты перерабатывающих предприятий, интересующиеся новыми достижениями в разных отраслях пищевой промышленности.

Назначение издания – научное издание, содержащее результаты теоретических и (или) экспериментальных исследований.

Характер информации, содержащейся в журнале – научная информация, в том числе научно-исследовательская, научно-техническая, научно-производственная, научно-методическая, смешанного характера, имеющая как текстовый, так и изобразительный (рисунки, графики, диаграммы, схемы, фотографии) компонент.

Технические характеристики издания – формат 60×84/8, объем – 100 страниц, мягкая ламинированная обложка, цветная печать.

За десятилетний период своего существования журнал претерпел ряд изменений как в отношении формы, так и в отношении своего содержания (рис. 1).



Рис. 1. Журнал «Пищевая промышленность: наука и технологии» в 2008–2017 гг.  
 Fig. 1. The magazine “Food industry: science and technology” in 2008–2017

С 2011 года журнал включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь, рекомендованных для опубликования результатов диссертационных исследований в области пищевой промышленности. С 2013 года издание включено в наукометрическую базу данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ). Научные статьи размещаются в РИНЦ после выхода номера в свет, что позволяет повысить рейтинг научного цитирования авторов и их материалов.

За десять лет было издано 40 выпусков журнала «Пищевая технология: наука и технологии» и опубликовано 762 статьи. Преобладающее большинство из них, 656 статей (86 % от общего числа публикаций) принадлежат авторам из учреждений и организаций Республики Беларусь.

На долю зарубежных авторов, представленных учеными из восьми стран, приходится 14 % научных статей. Среди публикаций небелорусских ученых преобладающее место занимают авторы из Украины и Российской Федерации – 61,32 % и 29, 25 % от общего количества зарубежных авторов соответственно (рис. 2).



Рис. 2. Статьи зарубежных авторов, опубликованные в журнале «Пищевая промышленность: наука и технологии» в 2008–2018 гг. (в процентном соотношении, по странам)

Fig. 2. Articles of foreign authors, published in the journal “Food industry: science and technology” in 2008–2018 (percentage, by country)

Авторами публикаций из Беларуси являлись аспиранты, магистранты, научные сотрудники и преподаватели из 56 организаций. Однако свыше 80 % статей представлено исследователями из десяти организаций (рис. 3). Преобладающее место среди них (около 67 %) занимают научные работы аспирантов и сотрудников РУП «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Вторую и третью позицию по количеству публикаций занимают статьи сотрудников РУП «Институт мясо-молочной промышленности» и УО «Могилевский государственный университет продовольствия», на долю которых приходится 10,32 % и 6,76 % соответственно.

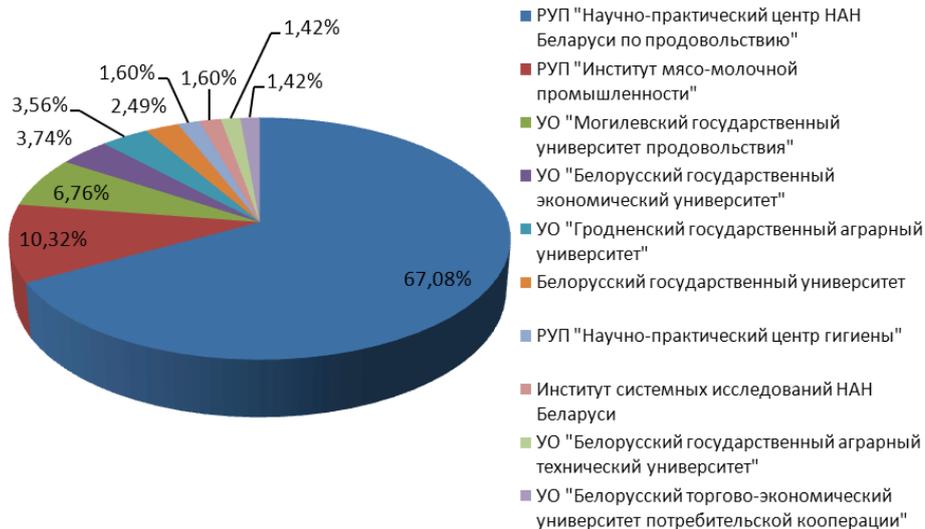


Рис. 3. Рейтинг научных организаций и учреждений по количеству публикаций в журнале «Пищевая промышленность: наука и технологии» в 2008-2018 гг.

Fig. 3. Rating of scientific organizations and institutions by the number of publications in the journal "Food industry: science and technology" in 2008-2018

Таким образом, журнал «Пищевая промышленность: наука и технологии» является площадкой для обмена информацией о последних разработках и научных достижениях в области технологий пищевых продуктов, а также вопросов контроля качества и безопасности продуктов питания и пищевого сырья. Издаваемые материалы становятся мотивацией для повышения качества проводимых исследований и развития научных задач.

Однако современный мир науки предъявляет свои требования и заставляет нас развивать издание. Следует отметить, что вопросы развития научных изданий, а также современные тенденции в мировой практике научных публикаций активно обсуждаются на территории стран СНГ издателями ведущих научных журналов и сборников. С 2012 года в России регулярно проводится Международная научно-практическая конференция «Научное издание международного уровня» [4]. Особый интерес вопрос включения научных изданий в международные библиографические и реферативные базы данных, таких как Scopus и Web of Science [5–7]. На основании информации из этих баз формируются наукометрические показатели научной эффективности организаций, ученых и научных периодических изданий. Стратегия развития научного журнала как международного издания должна быть основана на принципах универсальности тематик журнала и расширения присутствия издания в международном научном пространстве (библиотеки международных научных центров и ведущих зарубежных вузов, международные аналитические базы данных научной информации и др.).

В связи с этим, на современном этапе развития основная задача редакционной коллегии журнала – повышение уровня научного содержания и совершенствование оформления публикуемых статей с целью достижения международных стандартов и включения его в международные базы научного цитирования. Для этого предпринимается ряд необходимых мер:

1. Усиление редколлегии за счет включения в ее состав авторитетных представителей зарубежных научных организаций, имеющих высокий уровень цитирования в международных базах;
2. Повышение качества и уровня публикуемых статей, их стороннее закрытое рецензирование и проверка на плагиат;

3. Приведение оформления статей, публикуемых в журнале, к стандартам международных требований, в частности наличие на русском и английском языке метатекстовых данных (инициалы и фамилия авторов; название статьи; полное наименование учреждений, где работают авторы, с указанием города и страны; аннотация, ключевые слова, отражающие основные термины и понятия, используемые в статье); подписей к рисункам, графикам, диаграммам и таблицам; перевода и транслитерации списка литературы с русского алфавита на латинский. Новые требования к оформлению статей введены в журнале в 2018 года.

4. Разработка собственного сайта журнала, в том числе и на английском языке, т.к. согласно требованиям международных систем цитирования, научный журнал должен иметь свой сайт, который должен быть обособленным, то есть на тех страницах, на которых размещена информация о журнале не должно быть другой информации, например, рекламы или блоков, посвященных университету или научному институту, на базе которого издаётся журнал. На сайте, в соответствии с международными требованиями, должны быть размещены сведения о международном, редакционном и т. п. совете, редакционной коллегии, а также описание редакционной политики, этики научных публикаций и др. [8].

Решение обозначенных вопросов будет способствовать вхождению журнала «Пищевая промышленность: наука и технологии» в такие международные базы данных, как Web of Science компании Thomson Scientific и Scopus компании Elsevier.

### Список использованных источников

1. Положение о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь: Указ Президента Республики Беларусь, 01.12.2011 г., № 561 // Эталон – Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
2. Научные достижения в пищевой промышленности: становление и развитие / З.В. Ловкис [и др.]; под общей ред. З.В. Ловкиса. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 336 с.
3. Жарков, И.А. Технология редакционно-издательского дела: Конспект лекций / И.А. Жарков. – М.: Изд-во МГУП, 2002. – 183 с.
4. Астапенкова, А.А. Документирование научного контента: современные концепции и решения / А.А. Астапенкова, Э.О. Кедров, В.А. Нечитайленко // Материалы 4-й Междунар. науч.-практич. конф. «Научное издание международного уровня – 2015: современные тенденции в мировой практике редактирования, издания и оценки научных публикаций», 26–29 мая 2015 г. / Отв. ред. О.В. Кириллова. – СПб.: Сев.-Зап. ин-т упр. – фил. РАНХиГС. – 2015. – С. 18.
5. Кириллова, О.В. О системе включения журналов в БД Scopus: основные требования и порядок представления / О.В. Кириллова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://health.elsevier.ru/electronic/scopus\\_ins\\_journals](http://health.elsevier.ru/electronic/scopus_ins_journals). – Дата доступа: 02.07.2018.
6. Кириллова, О.В. Подготовка российских журналов для зарубежной аналитической базы данных Scopus: рекомендации и комментарии. / О.В. Кириллова. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.elsevier.com/locate/elsevier/scopus/add-journal-to-scopus>. – Дата доступа: 02.07.2018.
7. Смирнова, Ю. Ведущие научные журналы — цель или средство? / Ю.Смирнова // Наука и жизнь [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://www.nkj.ru/news/23551/>. – Дата доступа: 02.07.2018.
8. Григорьева, Е.И. Сайт научного журнала / Е.И. Григорьева, А.С. Кирсанов, И.М. Ситдииков [Электронный ресурс] // Официальный сайт Института социологии РАН. – Режим доступа: <https://www.nkj.ru/news/23551/>. – Дата доступа: 02.07.2018.

### References

1. Polozheniye o prisuzhdenii uchenykh stepeney i prisvoyenii uchenykh zvanii v Respublike Belarus: Ukaz Prezidenta Respubliki Belarus. 01.12.2011 g. № 561 [*Polozheniye o prisuzhdenii uchenykh stepeney i prisvoyenii uchenykh zvanii v Respublike Belarus: Ukaz Prezidenta Respubliki Belarus. 01.12.2011 g. № 561*] // Etalon – Belarus [Elektronnyy resurs] / Nats. Tsentr pravovoy inform. Rosp. Belarus, Minsk, 2018.

2. Nauchnyye dostizheniya v pishchevoy promyshlennosti: stanovleniye i razvitiye [*Scientific achievements in the food industry: formation and development*] / Z.V. Lovkis [idr.]; pod obshchey red. Z.V. Lovkisa. – Minsk, IVC Minfina, 2016, 336 p.
3. Zharkov I.A. Tekhnologiya redaktsionno-izdatelskogo dela: Konspekt lektsiy [*Technology of editorial and publishing: Lecture notes*]. – M., Izd-vo MGUP, 2002, 183 p.
4. Astapenkova A.A., Kedrov E.O., Nechitaylenko V.A. Dokumentirovaniye nauchnogo kontenta: sovremennyye kontseptsii i resheniya [*Documenting scientific content: modern concepts and solutions*]. Materialy 4 Mezhdunar .nauch.-praktich. konf . «Nauchnoye izdaniye mezhdunarodnogo urovnya – 2015: sovremennyye tendentsii v mirovoy praktike redaktirovaniya, izdaniya i otsenki nauchnykh publikatsiy». 26–29 maya 2015 g. SPb., Sev.-Zap. in-tupr. – fil. RANKhiGS, 2015, p. 18 .
5. Kirillova O.V. O sisteme vklyucheniya zhurnalov v BD Scopus: osnovnyye trebovaniya i poryadok predstavleniya [*About the system of logging in DB Skopus: basic requirements and order of presentation*]. Available at: [http://health.elsevier.ru/electronic/scopus\\_ins\\_journals](http://health.elsevier.ru/electronic/scopus_ins_journals)(accessed 02.07.2018).
6. Kirillova O.V. Podgotovka rossiyskikh zhurnalov dlya zarubezhnoy analiticheskoy bazy dannykh Scopus: rekomendatsii i kommentarii [*Preparation of Russian journals for a foreign analytical database Scopus: recommendations and comments*]. Available at:<http://www.elsevier.com/ru/ info/add-journal-to-scopus> (accessed 02.07.2018).
7. Smirnova Y. Vedushchiye nauchnyye zhurnaly – tsel ili sredstvo? [*Leading scientific journals are the goal or means?*]. Nauka i zhizn [*Science and life*], 2018. Available at: [www.nkj.ru/news/23551/](http://www.nkj.ru/news/23551/) (accessed 02.07.2018).
8. Grigoryeva E.I., Kirsanov A.S., Sitdikov I.M. Sayt nauchnogo zhurnala [*Scientific journal website*]. Ofitsialnyy sayt Instituta sotsiologii RAN, 2014, 12 p. Available at: <https://www.nkj.ru/news/23551> (accessed 02.07.2018).

#### Информация об авторах

*Ловкис Зенон Валентинович* – генеральный директор РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», член-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь (Республика Беларусь, 220037, г. Минск, ул. Козлова, д. 29, раб. тел.: 8-1037517-285-39-70). E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)

*Миронова Наталья Павловна* – кандидат филологических наук, заведующий аспирантурой РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Адрес: Республика Беларусь, 220037, г. Минск, ул. Козлова, д. 29, раб.тел.: 8-1037517-294-31-41. E-mail: [aspirant@belproduct.com](mailto:aspirant@belproduct.com)

#### Information about the authors

*Lovkis Zenon Valentinovich* – Director General of RUE ”Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food“, corresponding member National Academy of Sciences of Belarus, dr. tech. sciences, professor, honored scientist of the Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220037, Minsk, ul. Kozlova, d. 29, office tel.: 8-1037517-285-39-70). E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)

*Mironova Natalia Pavlovna* – Ph.D. (Philology), head of graduate school of RUE ”Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food“. Address: Republic of Belarus, 220037, Minsk, ul.Kozlova, d. 29, servant. phone: 8-1037517-294-31-41. E-mail: [aspirant@belproduct.com](mailto:aspirant@belproduct.com)

УДК 664.6+641.561

Поступила в редакцию 20.08.2018  
Received 20.08.2018**Л.А. Мельникова<sup>1</sup>, А.А. Журня<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОГАЩЕННЫХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

**Аннотация:** В статье приводятся результаты исследований влияния обогащенных хлебобулочных изделий «Юность» и «Раница» на показатели белкового и минерального обмена, а также на антиоксидантную защиту организма школьников. Продолжительное неполноценное и несбалансированное питание школьников вызвало отклонение в обмене минеральных веществ: суточная экскреция с мочой кальция и магния находилась на нижней границе нормы, фосфора неорганического – превышала показатели верхней границы нормы. Включение в рацион питания учащихся обогащенных хлебобулочных изделий «Юность» и «Раница» способствовало нормализации показателей минерального обмена. В исследуемой группе наблюдения выведении кальция увеличилось с 2,52 до 2,76 ммоль/сут ( $p < 0,01$ ), что свидетельствует о более высоком содержании в организме школьников. Улучшение обеспеченности организма учащихся кальцием подтверждается также и динамикой в соотношении кальций/креатин, которое достоверно улучшилось с 0,14 до 0,17 ( $p < 0,01$ ). Сравнительный анализ изменения состояния резервов системы антиоксидантной защиты учащихся на фоне коррекции фактического питания обогащенными хлебобулочными изделиями показал статистически значимое нарастание количества лиц, у которых значения общей АОА биосред (слюны и мочи) находились в пределах нормы и выше нормы. При этом более выраженные изменения показателей АОА установлены в слюне ( $p < 0,001$ ), чем в моче ( $p < 0,01$ ) детей группы наблюдения. Таким образом, включение в рацион школьников обогащенных продуктов питания приводит к нормализации обмена веществ, снижению проявлений микросимптомов микронутриентной недостаточности, что подтверждает эффективность и целесообразность применения данных продуктов для коррекции фактического питания учащихся.

**Ключевые слова:** хлебобулочные изделия, школьное питание, белковый обмен, минеральный обмен, антиоксидантная защита

**L.A. Melnikova<sup>1</sup>, A.A. Zhurnia<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Belarusian State Economic University, Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup>*RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food»,  
Minsk, Republic of Belarus*

## **EFFECTIVENESS OF ENRICHED BAKERY PRODUCTS FOR SCHOOL MEALS**

**Abstract:** The article presents the results of studies of the influence of enriched bakery products “Yunost” and “Ranitsa” on the parameters of protein and mineral metabolism, as well as on the antioxidant protection of the body of schoolchildren. Prolonged inadequate and unbalanced nutrition of schoolchildren caused a deviation in the exchange of minerals: daily excretion with urine of calcium and magnesium was at the lower limit of the norm, phosphorus inorganic - exceeded the upper limit of the norm. The inclusion of enriched bakery products “Yunost” and “Ranitsa” in students’ rations helped to normalize the indices of mineral metabolism. In the examined observation group, excretion of calcium increased from 2.52 to 2.76 mmol / day ( $p < 0.01$ ), which indicates a higher content in the body of schoolchildren. The improvement in the availability of calcium to the organism of students is also confirmed by the dynamics in the calcium / creatine ratio, which significantly improved from 0.14 to 0.17 ( $p < 0.01$ ). Comparative analysis of changes in the state of reserves of

the system of antioxidant protection of pupils against the background of correcting the actual nutrition of enriched bakery products showed a statistically significant increase in the number of individuals whose values for total AOA bio media (saliva and urine) were within the norm and above normal. At the same time, more pronounced changes in AOA parameters were established in saliva ( $p < 0.001$ ) than in urine ( $p < 0.01$ ) in the children of the observation group. Thus, the inclusion of enriched foods in school rations leads to a normalization of metabolism, a decrease in the manifestations of microsymptoms of micronutrient deficiency, which confirms the effectiveness and expediency of using these products to correct the actual nutrition of students.

**Keywords:** bakery, school meals, protein metabolism, mineral metabolism, antioxidant protection

Полноценное питание является наиболее важным фактором в формировании пищевого статуса, физического развития и здоровья детского организма [1, 2].

В школьном возрасте завершается образование скелета, происходят изменения массы тела и нервной системы. Из-за недостаточной и неадекватной структуры питания у детей и подростков с большей вероятностью развиваются алиментарнозависимые заболевания, которые имеют более высокий риск рецидива. Это связано с тем, что детский организм довольно резко реагирует на любой недостаток и/или дисбаланс основных питательных веществ. В случаях несвоевременной коррекции расстройств пищевого поведения увеличивается вероятность задержки в физическом и умственном развитии, ослабление иммунитета и нарушения в деятельности органов, которые обеспечивают гомеостаз в организм [2, 3, 4].

Результаты проводимых в республике эпидемиологических исследований показывают, что структура питания населения, в том числе и детского, характеризуется серьезным нарушением баланса основных питательных веществ в сторону недостаточного потребления белков, жиров, углеводов, животного белка, имеющимся дефицитом необходимых для растущего организма минеральных веществ и витаминов [5, 6].

Кроме того, динамика общей заболеваемости подростков продолжает ухудшаться. Наблюдается увеличение, как первичной заболеваемости, так и степени распространения практически всех классов заболеваний. Наибольший темп роста характерен для таких классов заболеваний как болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, болезни кровообращения и болезни органов дыхания [7, 8].

В период с 2010 по 2016 г. первичная заболеваемость детей и подростков в Республике Беларусь по основным группам болезней выросла на 7 %. Рост первичной заболеваемости детьми болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани составил 16 %, болезнями системы кровообращения – 7,6 %, заболеваниями органов дыхания – 4,5 %, кроме того, за указанный период, отмечается рост болезней глаза и его придаточного аппарата – 18 % [9].

Таким образом, все вышеизложенное указывает на необходимость внедрения профилактических коррекционных мер воздействия, а именно включение в рацион питания детей, в том числе школьного возраста, обогащенных пищевых продуктов с целью снижения риска возникновения заболеваний.

В настоящее время сформулированы основные медико-биологические и технологические принципы обогащения пищевых продуктов, согласно которым эффективность обогащенных пищевых продуктов должна быть подтверждена апробацией на репрезентативных группах людей, демонстрирующей не только их полную безопасность, приемлемые вкусовые качества, но также способность улучшать показатели здоровья [10].

Для оценки эффективности применения обогащенных булочных изделий в составе рациона организованного питания были проведены экспериментальные исследования (типа «до-после») мочи и слюны 60 школьников в возрасте 11–13 лет, отобранных в соответствии с критериями включения-исключения (информированное согласие на участие в исследовании, отсутствие острых заболеваний, хронических заболеваний в стадии обострения или декомпенсации). Все учащиеся были разделены (по 30 человек) на 2 группы: 1-я группа (наблюдения) дополнительно к завтраку получала ежедневно в течение 30 дней по 150 г булочных изделий, обогащенных витаминами А, Е, Д, кальцием и магнием, 2-я группа (контроля) употребляла идентичные булочные изделия без обогащения. Контролировалось также фактическое питание с целью исключения вмешивающихся факторов. У детей, употреблявших обогащенные булочные изделия, на протяжении всего периода исследований объективно не выявлено индивидуальной непереносимости и побочных реакций. Неудовлетворительных отзывов, в том числе на органолептические свойства продукции не поступало.

Для оценки влияния на организм учащихся обогащенных булочных изделий использовались показатели белкового, минерального обмена и системы антиоксидантной защиты (АОЗ). Белковый обмен оценивали по содержанию мочевины и креатинина в моче. Мочевину определяли колориметрическим

методом, основанном на реакции Фирона, уровень креатинина в моче определяли по цветной реакции Яффе с пикриновой кислотой с последующим определением интенсивности окраски фотометрическим методом [11]. Содержания кальция и магния в моче определяли фотометрическим методом, содержание неорганического фосфора колориметрическим методом [11]. Кальциевый обмен оценивали по отношению содержания кальция в утренней порции мочи к креатинину в той же порции мочи. Антиоксидантную активность мочи и слюны оценивали по величине торможения перекисного окисления липидов модельной системы, инициированного  $Fe^{2+}$  [12].

Статистический анализ проводили с использованием методов математической статистики, реализованных в пакете прикладных программ *IBMSPSS Statistics 8.0* и *Microsoft Office Excel 2010*. Статистическую значимость сравниваемых показателей устанавливали, используя Т-критерий Стьюдента. Данные представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее арифметическое,  $m$  – ошибка среднего. Величина уровня статистической значимости ( $p$ ) принята равной 0,05. Оценка динамики изменения показателей здоровья осуществлялась непараметрическими методами с использованием непараметрического критерия  $\chi^2$  Мак-Нимара.

Для обогащения, организованного на базе учреждений образования питания (завтраков) учащихся использовались: булочка «Юность» и булочка «Раница».

Химический состав, обогащенных изделий представлен в табл. 1.

**Т а б л и ц а 1. Химический состав булочных изделий, использованных для обогащения рационов питания (100 г изделия)**

**Table 1. The chemical composition of bakery products used for the enrichment of diets (100 g of product)**

Пищевые вещества и энергетическая ценность	Булочка «Юность» обогащенная	Булочка «Раница» обогащенная
Белок, г	9,4	9,0
Жиры, г	2,0	3,3
Углеводы, г	52,9	54,7
Витамин А, мкг рет. экв.	200,85	206,70
Витамин Е, мг ТЭ	3,24	3,47
Витамин Д, мкг	0,64	-
Кальций, мг	181,36	127,25
Магний, мг	78,11	84,67
Энергетическая ценность, ккал	267	285

Из приведенных данных видно, что разработанные обогащенные продукты содержат в своем составе все необходимые физиологически функциональные ингредиенты, необходимые для нормализации пищевого статуса школьников.

Для характеристики белкового и минерального обмена в организме детей исследовалась суточная экскреция азотистых компонентов и минеральных веществ с мочой (табл. 2).

**Т а б л и ц а 2. Ренальная экскреция минеральных азотистых веществ у учащихся, обусловленная фактическим питанием ( $M \pm m$ )**

**Table 2. Renal excretion of mineral nitrogenous substances in students, caused by actual nutrition ( $M \pm m$ )**

Показатель, ммоль/сут	Группа наблюдения, n=30	Группа контроля, n=30	Физиологические значения, ммоль/сут
Мочевина	446,26±1,92	443,43±2,25	200-300
Креатинин	18,52±0,53	18,71±0,55	4,4 – 17,6
Кальций	2,52±0,18	2,58±0,21	2,5 – 7,5
Магний	2,47±0,12	2,49±0,13	2,5 – 8,3
Фосфор	26,0±0,42	26,3±0,44	17,7 – 23,5
Кальций/креатинин	0,14±0,02	0,14±0,02	0,02 – 0,15

Как видно из представленных данных, у обследованных детей на фоне качественно неполноценного и несбалансированного фактического питания имеются некоторые отклонения в белковом обмене и обмене минеральных веществ. Исходное количество мочевины и креатинина значительно превышало физиологические показатели, что может быть обусловлено избыточным поступлением белков животного происхождения. Суточная экскреция кальция находилась на нижней границе

нормы. Содержание фосфора неорганического в моче у обследованных детей превышало показатели верхней границы нормы, при этом экскреция магния с мочой была ниже нижней границы нормы. Индекс соотношения кальция и креатинина находился на верхней границе нормы. Причинами снижения экскреции кальция с мочой могут выступать: недостаток его содержания в рационе, вызывающий определенную перестройку в выведении и задержке его организмом; состав пищи и определенные соотношения его с другими минеральными веществами, прежде всего, фосфором и магнием; сниженное его усвоение из-за нарушений процессов всасывания на фоне воспалительных изменений слизистой оболочки кишечника, либо в связи с изменением энтерогепатической циркуляции желчных кислот, которые в норме участвуют в переносе кальция из просвета кишечника в кровь. На кальциевый обмен влияет также содержание в пище витамина Д [13, 14].

Дополнительное включение обогащенных булочных изделий в рационы детей группы наблюдения несколько компенсировало имеющийся минеральный дефицит (табл. 3).

**Т а б л и ц а 3. Динамика ренальной экскреции минеральных веществ и креатинина у детей группы наблюдения (M±m)**

**Table 3. Dynamics of renal excretion of mineral substances and creatinine in children of the observation group (M ± m)**

Показатель, ммоль/сут	Группа наблюдения до коррекции, n=30	Группа наблюдения после коррекции, n=30	Физиологические значения, ммоль/сут
Креатинин	18,52±0,53	16,62±0,49	4,4 – 17,6
Кальций	2,52±0,18	2,76±0,19	2,5 – 7,5
Магний	2,47±0,12	2,80±0,13	2,5 – 8,3
Фосфор	26,0±0,42	20,29±0,44	17,7 – 23,5
Кальций/креатинин	0,14±0,02	0,17±0,04	0,02 – 0,15

Примечание -<sup>□</sup>p < 0,05

Представленные в табл. 3 данные демонстрируют статистически достоверное улучшение показателя экскреции кальция. Выведение кальция увеличилось с 2,52 ммоль/сут до 2,76 ммоль/сут, что свидетельствует о более высоком его содержании в детском организме. Улучшение обеспеченности организма учащихся кальцием на фоне потребления обогащенных продуктов питания подтверждается также и динамикой в соотношении кальций/креатинин, которое достоверно увеличилось с 0,14 до 0,17 (p<0,01). В динамике исследования отмечается нормализация экскреции магния с 2,47 ммоль/сут до 2,80 ммоль/сут. Изменение показателя экскреции фосфора не носило статистически достоверного характера.

В группе контроля динамика экскреции минеральных веществ имела иной характер (табл. 4).

**Т а б л и ц а 4. Динамика ренальной экскреции минеральных веществ и креатинина у детей группы контроля (M±m)**

**Table 4. Dynamics of renal excretion of mineral substances and creatinine in children of the control group (M ± m)**

Показатель, ммоль/сут	Группа контроля до коррекции, n=30	Группа контроля после коррекции, n=30	Физиологические значения, ммоль/сут
Креатинин	18,71±0,55	17,84±0,51	4,4 – 17,6
Кальций	2,58±0,21	2,56±0,2	4,4 – 17,6
Магний	2,49 ±0,13	2,43±0,13	2,5 – 8,3
Фосфор	26,3±0,44	25,35±0,46	17,7 – 23,5
Кальций/креатинин	0,14 ±0,02	0,14±0,03	0,02 – 0,15

Представленные данные демонстрируют прежние (на уровне нижней границы нормы) значения экскреции кальция: до коррекции 2,58 ммоль/сут и после коррекции 2,56 ммоль/сут. Выведение магния в динамике еще больше снизилось (до 2,43 ммоль/сут). Выведение фосфора с мочой по-прежнему сохранилось на уровне выше нормативных значений для данной возрастной группы.

Вторым этапом работы являлось проведение сравнительного анализа состояния резервов системы антиоксидантной защиты организма школьников на фоне проводимой коррекции фактического питания.

Коррекция рациона питания школьников продуктами, обогащенными витаминами антиоксидантной направленности, привела к статистически достоверному улучшению показателей антиоксидантной

активности физиологических систем организма, что прослеживалось при анализе структуры распределения изучаемого показателя внутри обследуемой группы в динамике наблюдения (табл. 5, 6).

**Т а б л и ц а 5. Динамика распределения обследованных детей в группах наблюдения и контроля по показателю общей антиоксидантной активности в пробах мочи**

**Table 5. Dynamics of distribution of the surveyed children in the observation and control groups by the indicator of the total antioxidant activity in urine samples**

Показатель АОА в моче	Группа наблюдения, n=30		Группа контроля, n= 30	
	в пределах нормы и выше (%)	ниже нормы (%)	в пределах нормы и выше (%)	ниже нормы (%)
до коррекции	96,67	3,33	96,77	3,23
после коррекции	100	0	93,55	6,45
$\chi^2$ , p	$\chi^2 = 7,143$ , p < 0,01		$\chi^2 = 1,256$ , p > 0,05	

Как видно из представленных данных, на фоне проведенной коррекции рациона с добавлением обогащенных витаминами А, Е, Д (компонентами антиоксидантного комплекса) булочных изделий произошло перераспределение частоты встречаемости признака с нарастанием количества лиц у которых значения АОА биосред было в пределах и выше нормы.

**Т а б л и ц а 6. Динамика распределения обследованных детей в группах наблюдения и контроля по показателю общей антиоксидантной активности в пробах слюны**

**Table 6. Dynamics of distribution of the surveyed children in the observation and control groups by the indicator of total antioxidant activity in saliva samples**

Показатель АОА в слюне	Группа наблюдения, n=30		Группа контроля, n= 30	
	в пределах нормы и выше (%)	ниже нормы (%)	в пределах нормы и выше (%)	ниже нормы (%)
до коррекции	63,33	36,67	70,97	29,03
после коррекции	96,67	3,33	73,75	26,25
$\chi^2$ , p	$\chi^2 = 15,067$ , p < 0,001		$\chi^2 = 2,846$ , p > 0,05	

При этом более выраженные изменения показателей АОА на фоне проводимой коррекции питания установлены в слюне, чем в моче детей группы наблюдения, что подтверждается значениями критерия Мак-Нимара  $\chi^2 = 7,143$ , при p < 0,01 и  $\chi^2 = 15,067$ , при p < 0,001 соответственно анализируемым биосредам.

В группе контроля количество проб мочи, имеющих значения показателя АОЗ в пределах нормы и выше в динамике наблюдения уменьшилось с 96,77 % до 93,55 %, а слюны увеличилось на 2,78 %, однако эти изменения не имели статистически значимого подтверждения.

Таким образом, результаты исследований позволяют сделать вывод, о том, что употребление школьниками булочных изделий, обогащенных витаминами и минеральными веществами, приводит к нормализации минерального обмена, а также кувеличению резервов антиоксидантной защиты организма, что подтверждается динамикой показателей антиоксидантной активности биологических сред (слюны и мочи).

Полученные результаты доказывают эффективность и целесообразность применения данных продуктов для коррекции организованного питания. Рекомендуемая суточная норма потребления обогащенных булочных изделий в составе рационов школьного питания составляет 150 г. Употребление указанной дозировки, разработанных продуктов позволит восполнить дефицит в основных функциональных ингредиентах в количестве от 15 до 50 % от их суточной потребности.

**Список использованных источников**

1. Детское питание: Руководство для врачей / Под ред. В.А. Тутельяна, И.Я. Коня. – М. : МИА, 2017. – 784 с.
2. Конь, И.Я. Детская (педиатрическая) диетология (нутрициология): достижения и проблемы // Педиатрия. – 2012. – Т. 91, № 3. – С. 59–66.
3. Делец, С.С. Питание подростков как важный фактор формирования здоровья // Педиатрический вестник Южного Урала. – 2015. – № 2. – С. 20–23.

4. Журня, А.А. Факторы, формирующие статус питания детей / А.А. Журня, Л.А. Мельникова, Т.С. Борисова, М.М. Солтан // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XIY Междунар. науч.-практ. конф. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – С. 212–215.
5. Гузик, Е.О., Коледа, А.Г. Гигиеническая оценка макроэлементного состава рациона питания детей 10–12 лет, проживающих в г. Минске / Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь. Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. – Минск: РНМБ, 2016. – Вып. 26. – С. 82–86.
6. Мельникова, Л.А. Оценка фактического питания школьников г. Минска / Л.А. Мельникова, А.А. Журня, Т.С. Борисова // Инновационные технологии в пищевой промышленности: материалы XY Междунар. науч.-практ. конф. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – С. 206–208.
7. Милошевская, О.И. К вопросу о состоянии здоровья современных школьников / О.И. Милошевская, Ю.Н. Полянская, Н.А. Грекова // Сборник материалов республиканской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье и окружающая среда», посвященной 90-летию республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» (Минск, 26–28 октября 2017 г.). – Минск : РНМБ, 2017. – Т. 1. – С.232–233.
8. Мельникова, Е.И. Характеристика состояния здоровья и уровня адаптационных возможностей учащихся старших классов / Е.И. Мельникова, Е.О. Гузик // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь. Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. – Минск: РНМБ, 2016. – Вып. 26. – С. 88–93.
9. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/> – Дата доступа: 03.07.2018.
10. Спиричев, В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами – надежный путь оптимизации их потребления / В.Б. Спиричев, В.В. Трихина, В.М. Позняковский // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 9–15.
11. Методы клинических лабораторных исследований / под ред. В.С. Камышникова. – 3-е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2009. – 752 с.
12. Замбрыцкий, О.Н. Определение общей антиоксидантной активности в пробах слюны и мочи студентов с помощью модельной системы / О.Н. Замбрыцкий [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. под ред. В.П. Филонова. – Минск, 2008. – вып. 12. – С. 127–129.
13. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы). – изд. перераб. и доп. / под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягина. – М., 2006. – 414 с.
14. Марушко, Ю.В. Кальций и его значение для детского организма (обзор литературы) / Ю.В. Марушко, Л.Н. Полковниченко, О.Л. Таринская // Современная педиатрия. – 2014. – № 5. – С. 46–50.

## References

1. Detskoye pitaniye: Rukovodstvo dlya vrachey [Baby food: A guide for doctors] Pod red. V. A. Tutel'yana, I. YA. Konya [Ed. V. A. Tutelyan, I. Ya. Konya] Moscow: MIA, 2017, 784 p.
2. Kon' I.Y. Detskaya (pediatricheskaya) diyetologiya (nutritsiologiya): dostizheniya i problem [Pediatric (pediatric) dietology (nutriciology): achievements and problems] *Pediatriya [Pediatrics]* – 2012, T. 91, № 3, pp. 59–66.
3. Delets S.S. Pitaniye podrostkov kak vazhnyy faktor formirovaniya zdorov'ya [Adolescent nutrition as an important factor in the formation of health] *Pediatricheskiiy vestnik Yuzhnogo Urala [Pediatric Herald of the Southern Urals]*, 2015, No. 2, pp. 20–23.
4. Zhurnya A.A. Faktory, formiruyushchiye status pitaniya detey [Factors forming the status of children's nutrition] *Innovatsionnyye tekhnologii v pishchevoy promyshlennosti: materialy XIY Mezhdunar. nauch.-prakt. Konf [Innovative technologies in the food industry: materials XIY Intern. scientific-practical. Conf]*, Minsk: Information and Analytical Center of the Ministry of Finance, 2015, pp. 212–215.
5. Guzik H.O., Koleda A.G. Gigiyenicheskaya otsenka makroelementnogo sostava ratsiona pitaniya detey 10–12 let, prozhivayushchikh v g. Minske [Hygienic assessment of the macronutrient composition of the diet of children aged 10-12 living in Minsk] *Zdorov'ye i okruzhayushchaya sreda: sb. nauch. tr. / M-vo zdavookhr. Resp. Belarus'. Nauch.-prakt. tsentr gigiyeny; gl. red. S.I. Sychik [Health and Environment: Sat. sci. tr. / Health Ministry. Rep. Belarus. Scientific-practical. hygiene center; Ch. Ed. S.I. Sycik]*, Minsk: RNMB, 2016, Issue, 26, pp. 82–86.

6. Mel'nikova L.A. Otsenka fakticheskogo pitaniya shkol'nikov g. Minska [Assessment of the actual nutrition of schoolchildren in Minsk] Innovatsionnyye tekhnologii v pishchevoy promyshlennosti: materialy XY Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Innovative technologies in the food industry: materials XY Intern. scientific-practical. Conf.], Minsk: IVC of the Ministry of Finance, 2016, pp. 206–208.
7. Miloshevskaya O.I., Polyanskaya YU.N., Grekova N.A. K voprosu o sostoyanii zdorov'ya sovremennykh shkol'nikov [On the state of health of modern schoolchildren] Sbornik materialov respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem «Zdorov'ye i okruzhayushchaya sreda», posvyashchennoy 90-letiyu respublikanskogo unitarnogo predpriyatiya «Nauchno-prakticheskiy tsentr gigiyeny» (Minsk, 26–28 oktyabrya 2017 g.) [Collection of materials of the republican scientific and practical conference with international participation “Health and Environment”, dedicated to the 90th anniversary of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of Hygiene” (Minsk, October 26-28, 2017)] Minsk : RNMB, 2017, T. 1, pp. 232–233.
8. Mel'nikova Ye.I., Guzik Ye.O. Kharakteristika sostoyaniya zdorov'ya i urovnya adaptatsionnykh vozmozhnostey uchashchikhsya starshikh klassov [Characteristics of the state of health and the level of adaptive abilities of high school students] Zdorov'ye i okruzhayushchaya sreda: sb. nauch. tr. / M-vo zdravookhr. Resp. Belarus'. Nauch.-prakt. tsentr gigiyeny; gl. red. S.I. Sychik [Health and Environment: coll. sci. tr. / Health Ministry. Rep. Belarus. Scientific-practical. hygiene center; Ch. Ed. S.I. Sycik], Minsk: RNMB, 2016, Issue, 26, pp. 88–93.
9. Natsional'nyy statisticheskiy komitet Respubliki Belarus' [National Statistical Committee of the Republic of Belarus] Elektronnyy resurs [Electronic resource], 2018. – access mode: <http://www.belstat.gov.by/>. – Date of access: 03.07.2018.
10. Spirichev V.B. Obogashcheniye pishchevykh produktov mikronutriyentami – nadezhnyy put' optimizatsii ikh potrebleniya [Enrichment of food products with micronutrients is a reliable way to optimize their consumption] Polzunovskiy vestnik [Polzunovsky Herald], 2012, No. 2/2, pp. 9–15.
11. Metody klinicheskikh laboratornykh issledovaniy [Methods of clinical laboratory research] pod red. V.S. Kamyshnikova [ed. V.S. Kamyshnikova], 3 ed. MEDpress-Inform, 2009. – 752 p.
12. Zambrzhitskiy O.N. Opredeleniye obshchey antioksidantnoy aktivnosti v probakh slyuny i mochi studentov s pomoshch'yu model'noy sistemy [Determination of general antioxidant activity in samples of saliva and urine of students using a model system] Zdorov'ye i okruzhayushchaya sreda : sb. nauch. tr. pod red. V.P. Filonova [Health and the Environment: Sat. sci. tr. Ed. V.P. Filonov], Minsk, 2008, Issue. 12, pp. 127–129.
13. Fiziologiya rosta i razvitiya detey i podrostkov (teoreticheskiye i klinicheskiye voprosy) – izd. pererab. i dop. [Physiology of growth and development of children and adolescents (theoretical and clinical issues). – ed. Pererab. and additional] pod red. A.A. Baranova, L.A. Shcheplyagina [Ed. A.A. Baranova, L.A. Shcheplyagina], M., 2006, 414 p.
14. Marushko YU.V. Kal'tsiy i yego znacheniye dlya detskogo organizma (obzor literatury) [Calcium and its importance for the child's organism (literature review)] Sovremennaya pediatriya [Modern pediatrics], 2014, No. 5, pp. 46–50.

#### Информация об авторах

*Мельникова Людмила Александровна* – кандидат биологических наук, доцент кафедры товароведения продовольственных товаров учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (пр-т Партизанский 26, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [Lamelnikova@bk.ru](mailto:Lamelnikova@bk.ru)

*Журня Анна Александровна* – научный сотрудник отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [otpit@tut.by](mailto:otpit@tut.by)

#### Information about the authors

*Melnikova Ludmila Alexandrovna* – Ph.D. (Biological). Associate Professor of side proven products educational institution “Belarusian state economic University” (26 Partizanskiy pr-t, 220070, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [Lamelnikova@bk.ru](mailto:Lamelnikova@bk.ru)

*Zhurnia Hanna Alexandrovna* – research fellow of the nutrition department of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., Minsk 220037, Belarus). E-mail: [otpit@tut.by](mailto:otpit@tut.by)

**З.В. Ловкис<sup>1</sup>, А.И. Ермаков<sup>2</sup>, А.А. Заболотец<sup>2</sup>**

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

<sup>2</sup>*Учреждение образования «Белорусский национальный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАТИВНОГО КАРТОФЕЛЬНОГО КРАХМАЛА В КОНДИТЕРСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Аннотация:** Установлено, что добавление нативного крахмала в продукты с непрерывной водной фазой улучшает питательность их композиций, а также снижает содержание сахара (сахарозы) и жира в начинках, конфетах, джемах и т.д. Нативный крахмал не вызывает расстройства пищеварения в отличие от полиолов и растворимых волокон, которые в пищевых продуктах оказывают слабительное действие.

Распределение размера частиц нативного крахмала от 5 мкм до 45 мкм является оптимальным для использования в композициях пищевого продукта с непрерывной водной фазой. Предлагается добавить в технологический процесс получения нативного картофельного крахмала этап фильтрования крахмальной суспензии с целью разделения частиц крахмала по размерам на фракции. Мембранное фильтрование является предпочтительным методом разделения гранул нативного картофельного крахмала по размерам на фракции. Рассмотрен принцип процесса фильтрации крахмальной суспензии на примере работы простейшего фильтра.

**Ключевые слова:** крахмал, частица, фильтр, жидкость, мембрана

**Z.V. Lovkis<sup>1</sup>, A.I. Ermakov<sup>2</sup>, A.A. Zabolotets<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus,  
Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Educational institution “Belarusian National Technical University”, Republic of Belarus*

## **PROSPECTS OF USING NATURAL POTATO STARCH IN THE CONFECTIONERY INDUSTRY**

**Abstract:** It has been found that the addition of native starch to products with a continuous aqueous phase improves the nutritional value of their compositions, and also reduces the sugar content (sucrose) and fat in fillings, sweets, jams, etc. Native starch does not cause digestive disorders, in contrast to polyols and soluble fibers, which in foodstuffs have a laxative effect.

The distribution of the particle size of native starch from 5  $\mu\text{m}$  to 45  $\mu\text{m}$  is optimal for use in food compositions with a continuous aqueous phase. It is proposed to add to the process of obtaining native potato starch the step of filtering the starch suspension in order to separate the starch particles in size into fractions. Membrane filtration is the preferred method of dividing native granular potato starch granules by size into fractions. The principle of the process of filtration of starch suspension is considered on the example of the operation of the simplest filter.

**Key words:** starch, particle, filter, liquid, membrane

**Введение.** Пищевая промышленность является одним из крупнейших потребителей крахмала и крахмалопродуктов. Крахмал – это углевод, который служит одним из источников энергии в организме человека. Крахмал как сырье может являться товарным продуктом, а также входит в состав крахмалосодержащих продуктов – муки, круп, овощей, фруктов, макаронных изделий, хлеба и т.д. В пищевом рационе человека на долю крахмала приходится около 80 % общего количества потребляемых углеводов [1]. Для поддержания жизнедеятельности организма служит глюкоза, основным источником образования которой является крахмал.

Нативный (немодифицированный) крахмал – продукт натурального происхождения, не являющийся пищевой добавкой. Использование нативных крахмалов в чистом (товарном) виде в пищевой промышленности оказывает значительное влияние на органолептические показатели качества продуктов питания. Крахмал – это полисахарид, состоящий из смеси амилозы и амилопектина. Это вещество синтезируется в растениях в виде гранул, которые имеют некоторые различия в структуре и свойствах в зависимости от вида растения. Нативный крахмал выделяют из растительных клеток различного ботанического происхождения. В качестве основного сырья при получении крахмала и крахмалпродуктов используют картофель, кукурузу, пшеницу, рожь, ячмень, рис, гречиху, тапиоку и др. [2–4].

Цель – выявить перспективы применения нативного картофельного крахмала в кондитерской промышленности.

**Материалы и методы исследований.** Методы общего анализа и обобщения на основе статистических данных, конструкций, технологий и информации, представленной в научных изданиях и открытой печати.

**Результаты и их обсуждение.** В пищевой промышленности основной технологической функцией нативных крахмалов является загущение и желеобразование. Непосредственно крахмалы участвуют в формировании структуры и консистенции кулинарной продукции [1]. Благодаря своим физико-химическим и функциональным свойствам крахмал играет роль вещества, которое:

- 1) способно повышать вязкость пищевых систем, т.е. применяется в качестве загустителя;
- 2) используется как наполнитель, входящий в состав твердого содержимого пирогов, кексов, супов;
- 3) играет роль связующего элемента для предотвращения высыхания продуктов в процессе приготовления;
- 4) является стабилизатором, благодаря высокой способности крахмала удерживать влагу [5].

Нативные крахмалы нашли широкое применение в кондитерских изделиях для получения композиций пищевого продукта с непрерывной водной фазой, например при производстве различных начинок, джемовых покрытий, глюкозно-фруктозных сиропов, в некоторых фруктовых композициях, многих видов конфет, печенья и кексов. Такие сахаросодержащие пищевые продукты по сладости эквивалентны сахарозе. Необходимо отметить, что один из их компонентов – фруктоза – является самым сладким природным сахаром, который может потребляться в меньшем количестве, чем сахароза. Основными потребителями таких продуктов являются дети и люди, страдающие диабетом, к рациону которых предъявляют особые требования по калорийности продуктов и их сбалансированности по питательности. Поэтому в отношении данной категории продуктов одной из задач пищевой промышленности является снижение содержания жира и сахаров в пищевых продуктах, сохраняя при этом их органолептические свойства и текстуру. Снижение содержания сахара необходимо в борьбе с ожирением.

Преимуществами нативных крахмалов является нейтральный вкус и белый цвет, что позволяет их использовать в широком спектре продуктов. Нативный крахмал – дешевый ингредиент, натуральный продукт, который не входит в перечень пищевых добавок и не указывается на упаковке продукта.

Композиции пищевого продукта с непрерывной водной фазой, такие как джемы, желе или фруктовые пасты получают из натуральных фруктов или фруктовых соков, которые содержат большое количество сахара в виде сахарозы и глюкозного сиропа. Содержание сахара в таких продуктах составляет, как правило, 60–68 %. Даже при использовании легких джемов и начинок, в которых сахар полностью или частично заменяется водой, содержание сахара остается на уровне 42–46 %. Кроме того, такие продукты обладают меньшим сроком годности, а после вскрытия их следует хранить в холодильнике [6]. Продукты с пониженным содержанием сахара дают меньшее насыщение по сравнению с обычными. В результате чего чувство голода возникает через небольшой период времени, что может привести к чрезмерному количеству потребления легких продуктов либо к потреблению дополнительных продуктов после приема пищи.

На сегодняшний день потребители все в большей степени обращают внимание на питательность продуктов и их пользу. Также важным аспектом является приобретение продукции с низким содержанием сахара, но которые при этом обеспечивают длительное ощущение чувства сытости. Решение данных задач в продуктах с непрерывной водной фазой можно достичь путем добавления в них растворимых и нерастворимых волокон. При этом растворимые волокна увеличивают чувство насыщения продуктом, но использование таких волокон часто вызывает расстройства пищеварения, такие

как метеоризм, вздутие кишечника. Нерастворимые волокна являются причиной раздражения желудочно-кишечного тракта и не всегда приемлемы с точки зрения органолептических свойств [6]. Часто в продуктах со сладким вкусом для замены всех сахаров или части сахаров применяют полиолы. Но их использование имеет ряд недостатков, одним из которых служит высокая стоимость продукции. Кроме этого, применение полиолов в продуктах, предназначенных для употребления детьми, не рекомендуется. Связано это с возможностью расстройства пищеварения [7].

Использование нативных крахмалов в композициях пищевого продукта с непрерывной водной фазой дает возможность улучшения их питательности и увеличение чувства сытости. Добавление крахмалов увеличивает соотношение калорий, получаемых из медленно усваиваемых углеводов к общей калорийности продукции. Потребление таких пищевых композиций позволяет отсрочить возникновение чувства голода. Кроме того, добавление нативных крахмалов снижает содержание сахара, а именно сахарозы и жира в пищевой композиции.

Применение нативного крахмала создает непрерывную водную фазу, которая приводит только к небольшому увеличению вязкости продукции. Объясняется это тем, что нативный крахмал по сравнению с желатинизированным крахмалом и с большинством других гидроколлоидов имеет низкую абсорбцию влаги.

Благодаря этому свойству использование нативного крахмала позволяет добавлять его в начинки, желе и джемы, сохраняя при этом вязкость, близкую к исходному продукту.

Анализ литературных источников [1–10] показал, что добавление нативного крахмала в продукты с непрерывной водной фазой улучшает питательность их композиций, а также снижает содержание сахара (сахарозы) и жира в начинках, конфетах, джемах и т.д. Нативный крахмал не вызывает расстройства пищеварения в отличие от полиолов и растворимых волокон, которые в пищевых продуктах оказывают слабительное действие.

Авторами [8–11] был осуществлен анализ морфологических характеристик зерен нативных крахмалов различного ботанического происхождения. Установлено, что минимальный и максимальный размер зерен нативных крахмалов имеет широкий диапазон размеров: от 5 до 200 мкм. Наибольший размер крахмальных зерен был отмечен у картофельного крахмала (рис. 1, а), а наименьший размер – у амарантового крахмала (рис. 1, б) [3–4, 8–9].

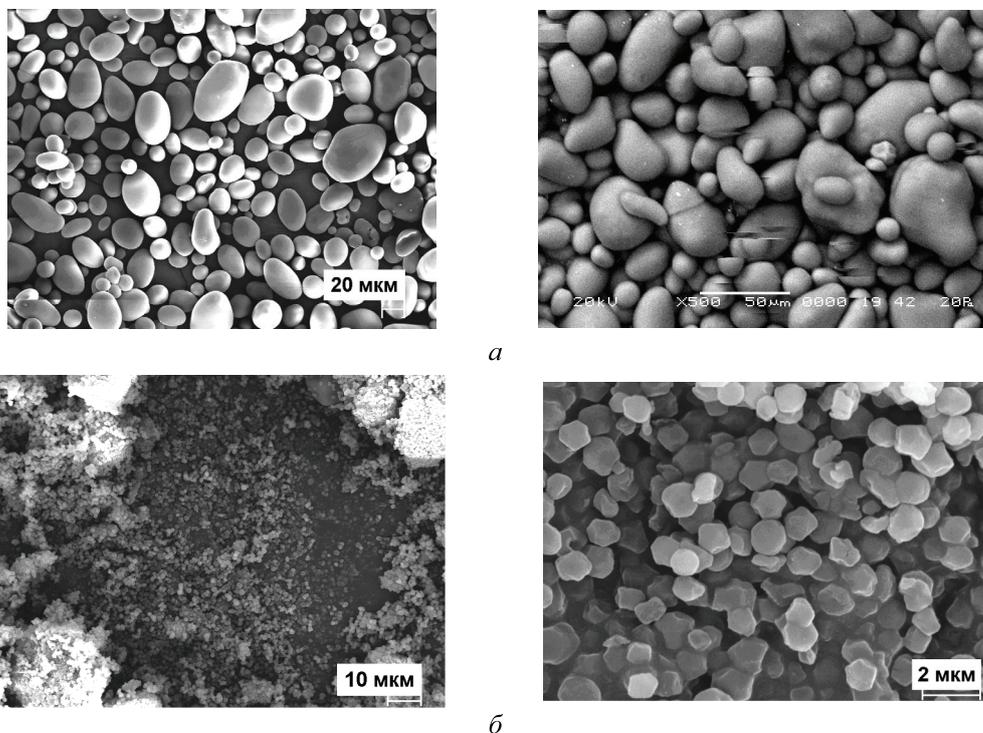


Рис. 1. Сканирующие электронные микрофотографии зерен нативного крахмала:  
а – картофельный, б – амарантовый

Fig. 1. Scanning electron micrographs of native starch grains:  
а – potato, б – amaranth

В исследованиях [6, 7] определено, что распределение размера частиц нативного крахмала от 5 мкм до 45 мкм является оптимальным для использования в композициях пищевого продукта с непрерывной водной фазой. Для этих целей наиболее подходящим сырьем служит амарантовый нативный крахмал, имеющий наименьший размер крахмальных гранул. Страной изготовителем амарантового крахмала на протяжении многих лет является Мексика, соответственно, стоимость такого сырья существенно выше стоимости крахмала, производимого в Республике Беларусь. В нашей стране большое распространение имеет крахмал картофельного и кукурузного происхождения, размеры крахмальных гранул которых колеблются в широком диапазоне. В связи с этим предлагается добавить в технологический процесс получения нативного картофельного крахмала этап фильтрования крахмальной суспензии с целью разделения частиц крахмала по размерам на фракции.

Среди существующих в практике методов разделения неоднородных систем, таких как осаждение, фильтрование, центрифугирование, мокрое разделение, наиболее подходящим для разделения суспензии нативного картофельного крахмала по размерам на фракции является процесс фильтрования. Данный процесс позволяет осуществлять разделение суспензии с помощью пористых перегородок, которые пропускают жидкую фазу и задерживают твердую. Именно фильтрование применяют для более тонкого разделения неоднородных систем [12].

Процесс фильтрации имеет широкое распространение в настоящее время. Встречаются как простые фильтры, операции в которых осуществляются вручную, так и сложные аппараты и механизмы, которые способны работать длительное время в непрерывном режиме. Классификация фильтров представлена на рис. 2 [13–15].

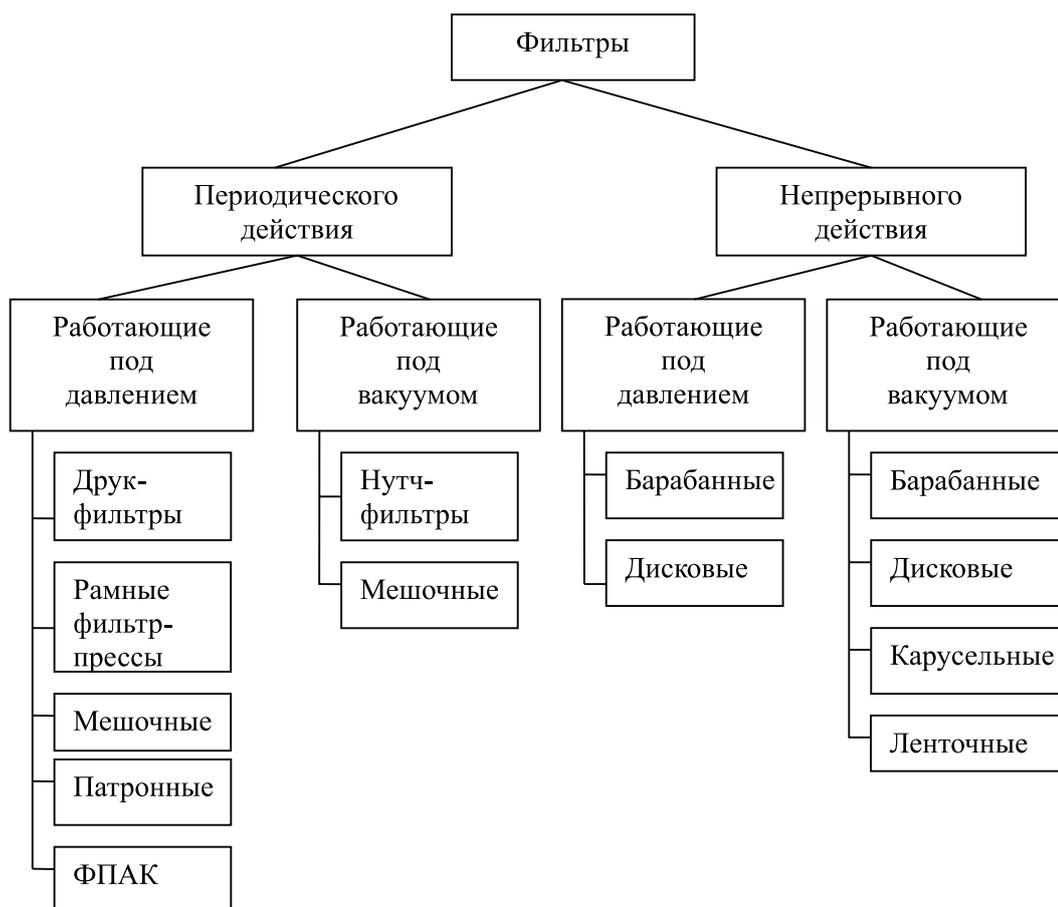


Рис. 2. Классификация фильтров  
Fig. 2. Classification of filters

Основным элементом аппарата (фильтра), в котором протекает процесс фильтрования является фильтровальная перегородка (рис. 3).

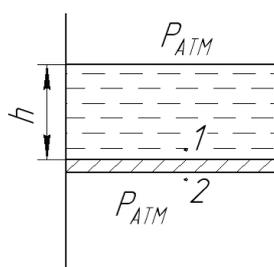


Рис. 3. Элементарная схема строения фильтра  
Fig. 3. Elementary scheme of the structure of the filter

От правильного выбора фильтровальной перегородки зависит производительность фильтра и качество получаемого фильтрата. Фильтровальные перегородки могут изготавливаться как из органических так и из неорганических материалов:

- ♦ металлические;
- ♦ тканевые;
- ♦ стеклянные;
- ♦ из нетканых материалов;
- ♦ из полимерных материалов [12–13].

Для разделения гранул нативного картофельного крахмала по размерам на фракции фильтрующие материалы должны иметь следующие свойства:

- ♦ малое гидравлическое сопротивление при достаточно высокой удельной пропускной способности;
- ♦ способность обеспечивать необходимую тонкость и полноту фильтрования, не снижающиеся в процессе эксплуатации;
- ♦ возможно больший срок эксплуатации, на всем протяжении которого сохраняются эксплуатационные свойства;
- ♦ высокую механическую прочность, в том числе и при вибрационных нагрузках, а также при нагревании и охлаждении во всем рабочем диапазоне температур;
- ♦ химическую стабильность по отношению к очищаемой жидкости, исключаящую разрушающее воздействие жидкости на материал и ухудшение свойств жидкости при контактировании с ним;
- ♦ технологичность, позволяющую достаточно легко подвергаться обработке, герметизации, соединению с другими элементами;
- ♦ экономичность, включающую невысокую стоимость, простоту производства, возможность изготовления из недефицитного сырья и т. д. [15].

При фильтровании могут использоваться в роли фильтрующих перегородок такие ее виды, как сеточные или ситочные, глубинные и мембранные фильтрующие перегородки.

Одним из распространенных фильтрующих материалов являются сетки из тонкой проволоки (проволочные сетки), изготовленные из низкоуглеродистых или высоколегированных сталей, меди, латуни, бронзы, никеля и др. Сетки производят в соответствии с ГОСТ 3187-76, ГОСТ 6613-73 и ГОСТ 3584-73. Фильтрующие элементы, выполненные из сеток, могут работать в широком диапазоне температур от 0 до 1000 °К в агрессивных и неагрессивных средах. Такие перегородки имеют низкую задерживающую способность. Тонкость очистки определяется размером ячейки сетки. Уменьшение размеров ячейки повышает тонкость очистки, однако ведет к повышению ее гидравлического сопротивления [16–20].

Сетки бывают тканного и саржевого плетений. Внешний вид металлических сеток из нержавеющей стали приведен на рис. 4.

Абсолютная тонкость очистки современными сетчатыми фильтрующими перегородками достигают пределов 5–20 мкм. Выявлено, что любой вид сетчатых фильтров имеет один общий недостаток [16–17]: через небольшое время после начала фильтрации фильтрующей перегородкой становится отложившийся осадок, в результате чего постепенно уменьшается свободное сечение фильтрующей перегородки, что негативно влияет на эффективность очистки. Периодически требуется замена фильтрующей перегородки для ее очистки вне фильтра, что требует остановки оборудования и привлечения обслуживающего персонала к этим работам.

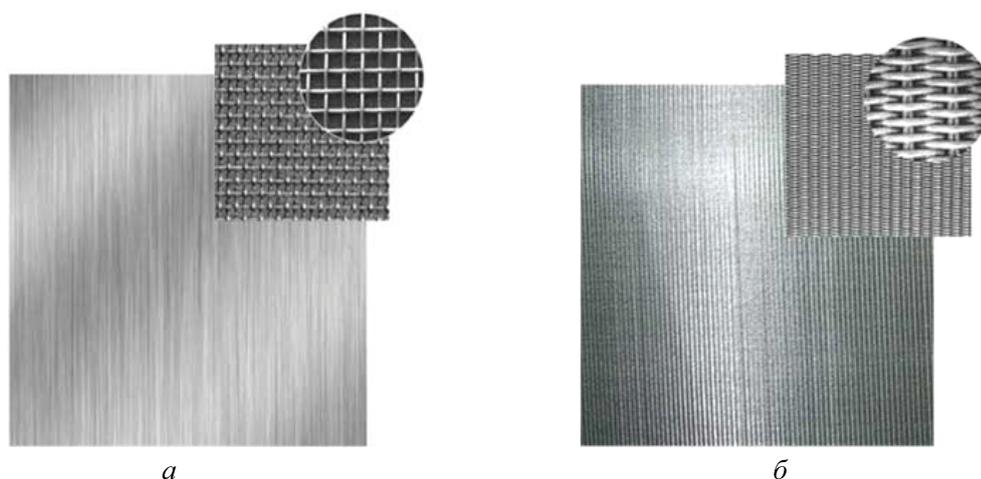


Рис. 4. Сетчатые фильтровальные перегородки из нержавеющей стали:  
 а – сетка тканого плетения, б – сетка саржевого плетения  
 Fig. 4. Stainless steel mesh filter partitions:  
 а – mesh weave, б – twist net

При глубинном фильтровании частицы задерживаются как на поверхности так и, главным образом, в толще капиллярно-пористого фильтра. Пористая структура глубинного фильтра представляет собой волокнистый лист или цилиндр с произвольным расположением волокон в толще фильтрующей перегородки относительно друг друга.

Улавливание частиц в глубинном фильтре происходит:

- ♦ за счет механического торможения и удержания в месте пересечения волокон фильтрующей перегородки;
- ♦ в результате адсорбции на фильтрующем материале или на участке капилляра, имеющего изгиб или неправильную форму;
- ♦ за счет электрокинетического взаимодействия [12–14, 18].

Глубинные фильтры производятся из волокнистых, зернистых и тканых материалов, спрессованных, спеченных или каким-либо другим образом соединенных между собой и образующих таким образом пористую структуру.

Примерами волокнистых материалов натурального происхождения, применяемых для изготовления глубинных фильтров, могут служить: шерсть, шелк, хлопчатобумажные ткани, вата, джут, льняная ткань, асбест, целлюлозное волокно.

Среди искусственных волокон можно выделить: ацетатное, акриловое, фторуглеродное волокна, стекловолокно, металлическое и металлокерамическое волокно, нейлон, капрон, лавсан.

Эффективность работы глубинного фильтра зависит от диаметра, толщины волокна и плотности укладки волокон при формировании структуры фильтра. Основным недостатком использования фильтрующих перегородок этого типа является постепенное «зарастание» толщи фильтра и возрастание сопротивления перегородки. Глубинные фильтры целесообразно применять для малоконцентрированных суспензий с объемным содержанием твердой фазы менее 1 %. Такие фильтры востребованы в качестве предварительной фильтрации в целях задержки крупных частиц, а также коллоидных частиц для защиты мембранных фильтров.

Мембранный тип фильтрующих перегородок применяется для разделения систем жидкость – твердые частицы с целью получения фильтрата, очищенного от коллоидных или взвешенных микрочастиц размером 0,05–10 мкм. Именно мембранное фильтрование является предпочтительным методом разделения частиц картофельного крахмала по размерам на фракции. Данный метод разделения определен высокими требованиями к микробиологической чистоте и безопасности пищевых продуктов.

Существует множество мембран различной формы и размера с широким диапазоном селективности. Мембраны, используемые в различных мембранных процессах, можно классифицировать на природные (биологические) и синтетические, которые, в свою очередь, подразделяются на два подклассы исходя из свойств материала: органические и неорганические [21–24].

Ко всем типам микрофильтрационных мембран предъявляются такие основные требования, как:

- ♦ высокая разделяющая способность,
- ♦ высокая удельная производительность,
- ♦ устойчивость по отношению к компонентам разделяемой смеси и используемым вспомогательным компонентам,
- ♦ стабильность свойств во времени,
- ♦ низкая стоимость [22].

Основным показателем, определяющим технико-экономические показатели мембранных процессов, является стабильность всех вышеперечисленных характеристик во времени. Чаще всего под стабильностью характеристик мембран во времени понимают время, в течение которого мембрана сохраняет необходимый уровень механических, транспортных и селективных свойств при проведении всех циклов технологического процесса микрофильтрации. Иногда термин стабильность заменяют термином «ресурс мембраны».

Понятие «ресурс мембраны» является относительным, и не может рассматриваться без учета специфики разделяемой среды и условий проведения процесса. Т.е. фактически «время жизни мембраны» определяется происходящими в ее структуре физическими и химическими изменениями, а интенсивность протекания указанных процессов характеризуется химической и термической стойкостью мембран [23–24].

В настоящее время наибольшее распространение в процессах микрофильтрации получили полимерные микропористые мембраны. Такие мембранные фильтры являются тонкими полимерными пленками порядка 100–150 мкм. Разброс размеров пор у полимерных мембранных фильтров находится в гораздо более узком диапазоне, чем у глубинных. Это позволяет достигать требуемую эффективность разделения гранул нативного картофельного крахмала, в том числе частиц размерами порядка 0,2 мкм. Другим немаловажным отличием мембранных фильтров является возможность многократного использования неразрушающего метода контроля их качества и в процессе получения, и в процессе использования. Дополнительными достоинствами мембранных фильтров являются:

- ♦ устойчивость к механическим, химическим и термическим нагрузкам;
- ♦ высокая эффективность удержания частиц снаружи матрицы мембранного фильтра (поверхностная фильтрация), которые могут быть использованы для дальнейшего анализа;
- ♦ мембранные фильтры не выделяют в фильтрат никаких волокон, частиц;
- ♦ из-за малой толщины мембран они не способны адсорбировать в своей толще большое количество компонентов фильтруемой жидкости, поэтому их процессы химической стерилизации, промывки и отмывки проходят значительно быстрее;
- ♦ в случае фильтрации под давлением первоначально задержанные фильтром частицы остаются на поверхности мембран и не могут оказаться в фильтрате [23].

Таким образом, проанализировав все достоинства и недостатки имеющихся фильтровальных перегородок, предлагается добавить в технологический процесс получения нативного картофельного крахмала этап фильтрования крахмальной суспензии с использованием полимерных микропористых мембран для разделения частиц крахмала по размерам на фракции. На данный момент не существует научных данных о возможности использования таких мембран для разделения частиц крахмала.

Непосредственно процесс фильтрования крахмальной суспензий, независимо от вида фильтровальных перегородок, осуществляется по определенным законам.

Вследствии того, что размеры пор в осадке и фильтровальной перегородке невелики, а скорость движения жидкости в них незначительная, можно считать, что процесс фильтрования протекает в ламинарной области [25].

Рассмотрим принцип процесса фильтрации крахмальной суспензии на примере работы простейшего фильтра. Такой фильтр представляет собой емкость, разделенную на две части фильтровальной перегородкой. Крахмальная суспензия подается в одну часть емкости, проходит через фильтровальную перегородку, на которой происходит полное или частичное отделение дисперсной фазы, после чего выводится из емкости. С целью пропускания жидкости через перегородку по разные стороны от нее создается разность давлений, при которой суспензия проходит из части емкости с большим давлением в ту часть емкости, в которой давление меньше. Таким образом, движущей силой процесса фильтрования является разность давлений.

Исследования показывают, что скорость процесса фильтрования прямо пропорциональна разности давлений, а обратно пропорциональна вязкости сплошной среды и общему гидравлическому сопротивлению слоя осадка и фильтровальной перегородки (рис. 5) [25–26].



Рис. 5. Принципиальная схема фильтрации в ламинарной области  
Fig. 5. Schematic diagram of filtration in the laminar region

Скорость фильтрации ( $\omega_\phi$ ) можно выразить формулой [26]:

$$\omega_\phi = \frac{\Delta P}{\mu \cdot R_{\text{общ}}} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot (R_{\text{ос}} + R_{\text{фл}})}, \text{ м/с}, \quad (1)$$

где  $\Delta P$  – перепад давлений на фильтре (движущая сила), Па;  $R_{\text{общ}} = R_{\text{ос}} + R_{\text{фл}}$  – общее сопротивление,  $\text{м}^{-1}$ ;  $R_{\text{ос}}$  – сопротивление осадка,  $\text{м}^{-1}$ ;  $R_{\text{фл}}$  – сопротивление фильтровальной перегородки,  $\text{м}^{-1}$ .

С другой стороны, скорость фильтрации крахмально й суспензии можно выразить, как объем отфильтрованной жидкости в единицу времени, через единицу поверхности фильтровальной перегородки. В дифференциальной форме данная зависимость имеет вид:

$$\omega_\phi = \frac{dV}{S \cdot dt}, \quad (2)$$

где  $dV$  – объем получаемого фильтрата за время  $dt$ ;  $S$  – площадь фильтрации.

Тогда

$$\omega_\phi = \frac{dV}{S \cdot dt} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot (R_{\text{ос}} + R_{\text{фл}})}, \text{ м/с} \quad (3)$$

Сопротивление осадка зависит от его высоты на фильтре, и его можно представить как:

$$R_{\text{ос}} = r_{\text{ос}} \cdot h_{\text{ос}}, \text{ м}^{-1} \quad (4)$$

где  $r_{\text{ос}}$  – удельное объемное сопротивление осадка,  $\text{м}^{-2}$ ;  $h_{\text{ос}}$  – высота слоя осадка, м.

Если обозначить через  $X_0$  объем осадка приходящийся на  $1\text{ м}^3$  фильтрата, то объем осадка, отложившегося после образования  $V$  фильтрата, будет равен:

$$V_{\text{ос}} = X_0 \cdot V. \quad (5)$$

С другой стороны:

$$V_{\text{ос}} = h_{\text{ос}} \cdot S. \quad (6)$$

Тогда

$$h_{\text{ос}} \cdot S = X_0 \cdot V, \quad (7)$$

$$h_{\text{ос}} = \frac{X_0 \cdot V}{S}. \quad (8)$$

Подставив (8) в (4) получаем

$$R_{\text{ос}} = r_{\text{ос}} \cdot \frac{X_0 \cdot V}{S}. \quad (9)$$

Тогда уравнение процесса фильтрования примет вид:

$$\omega_{\phi} = \frac{dV}{S \cdot dt} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot \left( r_{oc} \cdot X_0 \frac{V}{S} + R_{\phi II} \right)}. \quad (10)$$

Если  $h_{oc} = 0$ ,  $V_{oc} = 0$  тогда  $X_0 = 0$  и уравнение (10) примет вид  $\omega_{\phi} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot R_{\phi II}}$ .

$$R_{\phi II} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot \omega_{\phi}}. \quad (11)$$

Если  $\mu = 1 \text{ Па} \cdot \text{с}$ ,  $\omega_{\phi} = 1 \text{ м/с}$ , тогда  $R_{\phi II} = \Delta P$ .

Сопротивление фильтровальной перегородки – численно равно разности давлений необходимой для того, чтобы жидкая фаза суспензии вязкостью 1 Па с, фильтровалась через перегородку 1 м/с.

Если  $R_{\phi II} = 0$  тогда уравнение (10) примет вид:

$$\omega_{\phi} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot r_{oc} \cdot X_0 \frac{V}{S}} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot r_{oc} \cdot h_{oc}}, \quad (12)$$

а удельное объемное сопротивление осадка:

$$r_{oc} = \frac{\Delta P}{\mu \cdot \omega_{\phi} \cdot h_{oc}}. \quad (13)$$

Удельное объемное сопротивление слоя осадка – численно равно разности давлений необходимой для того, чтобы жидкая фаза суспензии вязкостью 1 Па фильтровалась со скоростью 1 м/с через слой осадка в 1 м [25–26].

Процесс фильтрования крахмальной суспензии не заканчивается на этапе разделения ее на осадок и фильтрат, т.к. полученный осадок подвергается сушке, с целью его дальнейшего использования в пищевой промышленности в виде крахмальных гранул требуемого размера частиц.

Применение нативных крахмалов с размером гранул в диапазоне 5–45 мкм обеспечивает баланс между тонкодисперсными и грубодисперсными частицами крахмала. Присутствие тонкодисперсных частиц увеличивает вязкость пищевой композиции, что требует увеличение жира и воды. Присутствие грубодисперсных частиц вызывает ощущение песчанности во рту при потреблении пищевой композиции. Таким образом, достигается хороший компромисс между вязкостью пищевой композиции и соотношением калорий, получаемых из медленно усваиваемых углеводов к общей калорийности.

Получение картофельного крахмала с размером фракций 5–45 мкм станет новым этапом развития технологического производства крахмала и позволит производителям сократить импорт нативного крахмала и приблизить страну к самообеспечению, т.е. к экономической независимости.

**Выводы.** Использование нативных крахмалов в чистом (товарном) виде в пищевой промышленности оказывает значительное влияние на органолептические показатели качества продуктов питания.

Установлено, что добавление нативного крахмала в композиции пищевого продукта с непрерывной водной фазой дает возможность улучшения их питательности и увеличения чувства сытости, а также снижает содержание сахара (сахарозы) и жира в начинках, конфетах, джемах и т.п. Нативный крахмал не вызывает расстройства пищеварения.

Распределение размера частиц нативного крахмала от 5 мкм до 45 мкм является оптимальным для использования в композициях пищевого продукта с непрерывной водной фазой. Предлагается добавить в технологический процесс получения нативного картофельного крахмала этап фильтрования крахмальной суспензии с целью разделения частиц крахмала по размерам на фракции.

Фильтрование с использованием полимерных микропористых мембран в качестве фильтровальной перегородки является предпочтительным методом разделения гранул нативного картофельного крахмала по размерам на фракции.

Рассмотрен принцип процесса фильтрации крахмальной суспензии на примере работы простейшего фильтра.

### Список использованных источников

1. Василенко, З.В. Технология производства продукции общественного питания. Теоретические основы: учеб. пособие / З.В. Василенко, О.В. Мацикова, Т.Н. Болашенко. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 299 с.: ил.

2. Ловкис, З.В. Технология крахмала и крахмалопродуктов: Учеб. пособ. / З.В. Ловкис, В.В. Литвяк, Н.Н. Петюшев; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». – Минск: Асобны, 2007. – 178 с.
3. Литвяк, В.В. Атлас. Морфология крахмала и крахмалопродуктов / В.В. Литвяк, Н.К. Юркштович, С.М. Бутрим, В.В. Москва. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 217 с.
4. Литвяк, В.В. Крахмал и крахмалопродукты: монография / В.В. Литвяк, Ю.Ф. Росляков, С.М. Бутрим, Л.Н. Козлова; под ред. д-ра техн. наук, профессора Ю.Ф. Рослякова. – Краснодар: Изд. ФГБОУВПО «КубГТУ», 2013. – 204 с.
5. Информация Интернет: Применение крахмала в пищевой промышленности // <https://pkz1.ru/primenenie-kрахmalov.html> / Дата выхода: 14.05.2018г.
6. Информация Интернет: Пищевая композиция // <http://www.findpatent.ru/patent/243/2434533.html> / Дата выхода: 20.04.2018г.
7. Информация Интернет: Начинки // <http://www.findpatent.ru/patent/244/2448469.html> / Дата выхода: 20.04.2018г.
8. Литвяк, В.В. Морфологическая характеристика нативных крахмалов различного ботанического происхождения / В.В. Литвяк, С.М. Бутрим, В.В. Москва // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – №1. – 2010. С. 91–99.
9. Литвяк, В.В. Морфологическая характеристика крахмальных гранул картофеля (*Solanum tuberosum*) различных сортов / В.В. Литвяк, С.М. Бутрим, В.В. Москва, Л.Н. Козлова // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – №3. – 2010. – С. 99–103.
10. Литвяк, В.В. Способ получения нативного крахмала: Патент № 16622. ВУ, МПК<sup>7</sup> С 08В 30/00 / В.В. Литвяк, А.А. Бренч; заявка №а20100889; заявитель УО «Белорусский государственный аграрный технический университет». – заявл. 08.06.2010; опубл. 30.12.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – 23 с.
11. Заболотец, А.А. Размеры и морфологические особенности зерен нативного крахмала разного ботанического происхождения / А.А. Заболотец, А.И. Ермаков, В.В. Литвяк // Наукові праці Національного університету харчових технологій, Київ –2018 – Том 24 – №1 – С. 246 – 255.
12. Матов, Б.М. Новое в очистке жидкостей / Б.М. Матов, Кишинев «Карта молдовеняске»: 1971.
13. Жужиков, В.А. Фильтрация. Теория и практика разделения суспензий / В.А. Жужиков – М.: Химия – 1971. – 440 с.
14. Климов, А.М. Оборудование для разделения жидких неоднородных систем: фильтры и центрифуги / А.М. Климов. М.: Издательство ТГТУ. – 144с.
15. Азрилевич, М.Я. Фильтровальные установки в крахмало-паточной промышленности / М.Я. Азрилевич, Ч.К. Курочицкий - М.: 1975. – 35с.
16. Сетчатый фильтр/ М.В. Клыков, А.Е. Разноушкин: пат. 2486941 Рос. Федерация, МКИЗ В01D29/62; заявл. 8.06.2009, опубл. 10.07.2013.
17. Алушкина, Т.В. Сетчатые дренажные фильтры в процессах очистки мазута от механических примесей / Т.В. Алушкина, М.В. Клыков // Сетевое издание «Нефтегазовое дело» – №4 – 2017. – С. 26–41.
18. Васильев, В.Ф. Новые методы обработки продуктов крахмального производства / В.Ф. Васильев, Н.И. Филиппова – М. : 1973 – 24 с.
19. Современные направления создания прогрессивного оборудования для производства крахмалопродуктов / Г.М. Певзнер, С.Г. Усачев, Н.Р. Андреев, Н.Г. Гулюк, В.А. Бакулин, Ю.А. Бухтояров, Н.П. Введенский, Н.П. Векслер, В.М. Горбатов, Н.П. Зуев, Н.С. Лапидус, Л.А. Лейберман, Н.И. Филиппова, Ю.А. Холмянский // Пищевая промышленность. Крахмалопаточная промышленность. Серия 19. – Выпуск 6 – М. : 1988 – 32 с.
20. Певзнер, Г.М. Ситовое оборудование современного крахмального производства / Г.М. Певзнер, Н.И. Филиппова, Н.Г. Гуляк – М. : 1975. – 37 с.
21. Русанов, Е.С. Мембраны в химических процессах: учеб. пособие / Е.С. Русанов – М. : Просвещение, Слово, 1997. – 198 с.
22. Хванг Сан-Так Мембранные процессы разделения / Сан-Так Хванг, К. Каммермейер. – М.: Химия. 1981. – 464 с.

23. Брык М.Т. Мембранная технология в пищевой промышленности: учеб. пособие / М.Т. Брык, В.Н. Голубев. – Киев: Урожай, 1991. – 220 с.
24. Дытнерский Ю.И. Мембранные процессы разделения жидких смесей: учеб. пособие / Ю.И. Дытнерский. – М.: Химия, 1975. – 232 с.
25. Лейбензон, Л.С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде. М.-Л.: ОГИЗ Гостехиздат, 1947.
26. Зааль, Р. Справочник по расчету фильтров / Р. Зааль; Перевод с нем. Ю.В. Камкина. – М.: Радио и связь, 1983. – 752 с. : ил.; 22 см.

### References

1. Vasilenko Z.V., Matsikova T.N., Bolashenko T.N. *Tekhnologiya proizvodstva produktov obshchestvennogo pitaniya. Teoreticheskiye osnovy: ucheb.posobiye* [Technology of production of public catering products. Theoretical bases: teaching aid]. Minsk, High school, 2016. 299 p. (In Russian).
2. Lovkis Z.V., Litvyak V.V., Petushev N.N. *Tekhnologiya krakhmala i krakhmalohrodoktov* [Technology of starch and starch products]. Minsk, Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food, 2007. 178 p. (In Russian).
3. Litvyak V.V., Yurkshtovich N.K., Butrim S.M., Moskva V.V. *Atlas. Morfologiya krakhmala i krakhmaloproduktov* [Atlas. Morphology of starch and starch products]. Minsk. Belarusian science. 2013. 217 p. (In Russian).
4. Litvyak V.V., Roslyakov Y.F., Butrim S.M., Kozlova L.N. *Krakhmal i krakhmaloprodukty: monografiya* [Starch and starch products: monograph]. Krasnodar, 2013. 204 p. (In Russian).
5. Information Internet: Application of starch in the food industry // <https://pkz1.ru/primenenie-kraxmalov.html> / Entry date: 14.05.2018 (In Russian).
6. Information Internet: Food composition // <http://www.findpatent.ru/patent/243/2434533.html> / Entry date: 20.04.2018 (In Russian).
7. Information Internet: Stuffing // <http://www.findpatent.ru/patent/244/2448469.html> / Entry date: 20.04.2018 (In Russian).
8. Litvyak V.V., Butrim S.M. *Morfologicheskaya kharakteristika nativnih krakhmalov razlichnogo botanicheskogo proiskhozhdeniya* [Morphological characteristics of different botanical origin]. Minsk, News NAN from Belarus, 2010, no.1, pp. 91–99 (In Russian).
9. Litvyak V.V., Butrim S.M., Moskva V.V., Kozlova L.N. *Morfologicheskaya kharakteristika krakhmal'nykh granul kartofelya (Solanum tuberosum) razlichnykh sortov* [Morphological characteristics of potato starch granules (Solanum tuberosum) of various varieties]. Minsk, News NAN from Belarus, 2010, no.3, pp. 99–103 (In Russian).
10. Litvyak V.V. *Sposob polucheniya nativnogo krakhmala: Patent 16622* [Method for obtaining native starch: Patent 16622]. Litvyak V.V., Brench A.A. Application №a20100889, the applicant Belarusian State Agrarian Technical University. Declared 08.06.2010, published 30.12.2012. National Intellectual Property Center, 2012. 23 p. (In Russian).
11. Zabolotets A.A., Ermakov A.I., Litvyak V.V. *Razmery i morfologicheskiye osobennosti zeren nativnogo krakhmala raznogo botanicheskogo proiskhozhdeniya* [Dimensions and morphological features of seeds of native starch of different botanical origin] Kiev, Scientific works of the National University of Food Technologies, 2018. Tom 24. №1. pp. 246–255 (In Russian).
12. Matov B.M. *Novoe v ochistke zhidkostey* [New in cleaning liquids] Kishinev, 1971. (In Russian).
13. Zhuzhikov V.A. *Filtrovaniye. Teoriya i praktika razdeleniya suspenziy* [Filtration. Theoriya and practice of separation of suspensions] Moscow, Chemistry, 1971. 440 p. (In Russian).
14. Klimov A.M. *Oborudovaniye dlya razdeleniya zhidkikh neodnorodnykh sistrm: filtry i tsentrifugi* [Equipment for the separation of liquid non-uniform systems: filters and centrifuges] Moscow, 144 p. (In Russian).
15. Azrilevich M.Ya., Kurochitsky Ch.K. *Filtrovalnyye ustanovki v krakhmalo-patochnoy promyshlennosti* [Filtration plants in the starch-teacle industry] Moscow, 1975. 35 p. (In Russian).
16. Klykov M.V., Raznoushkin A.E. *Setchatyy filtr* [Strainer]: pat. 2486941 Russian Federation, MKIZ B01D29/62; declared 8.06.2009, published 10.07.2013. (In Russian).

17. Alushkina T.V., Klykov M.V. *Setchatyye drenazhnyye filtry v protsessakh ochistki mazuta ot mekhanicheskikh primesey* [Mesh drainage filters in the process of cleaning fuel oil from mechanical impurities]. Network publication «Oil and gas business». № 4. 2017. pp. 26–41 (In Russian).
18. Vasiliev V.F., Filippova N.I. *Novyye metody obrabotki productov krakhhmalnogo proizvodstva* [New methods of processing starch products]. Moscow. 1973. 24 p. (In Russian).
19. Pevzner G.M., Usachev S.G., Andreev N.R., Gulyuk N.G., Bakulin V.A., Bukhtoiarov Yu.A., Vvedensky N.P., Veksler N.P., Gorbatov V.M., Zuev N.P., Lapidus N.S., Leiberman L.A., Filippova N.I., Kholmyanskiy Yu.A. *Sovremennyye napravleniya sozdaniya progressivnogo oborudovaniya dlya proizvodstva krakhhmaloproductov* [Modern directions of creation of the progressive equipment for manufacture of starch products]. Food industry. Starch industry. Series 19. Release 6. Moscow. 1988. 32 p. (In Russian).
20. Pevzner G.M., Filippova N.I., Gulyak N.G. *Sitovoye oborudovaniye sovremennogo krakhhmalnogo proizvodstva* [Sieve equipment of modern starch production]. Moscow. 1975. 37p. (In Russian).
21. Rusanov E.S. *Membrany v khimicheskikh protsessakh: ucheb. posobiye* [Membranes in chemical processes: a textbook] Moscow. Enlightenment. Word. 1997. 198 p. (In Russian).
22. Hwang San Tak, Kammermeyer K. *Membrannyye protsessy razdeleniya* [Membrane separation processes] Moscow. Chemistry. 1981. 464 p. (In Russian).
23. Bryk M.T., Golubev V.N. *Membrannaya tekhnologiya v pishchevoy promyshlennosti: ucheb. posobiye* [Membrane technology in the food industry: a textbook] Kiev. Crop. 1991. 220 p. (In Russian).
24. Dytnersky Yu.I. *Membrannyye protsessy razdeleniya zhidkikh smesey: ucheb. posobiye* [Membrane separation of liquid mixtures: a textbook] Moscow. Chemistry. 1975. 232 p. (In Russian).
25. Leibenson L.S. *Dvizheniye prirodnykh zhidkostey i gazov v poristoy srede* [Movement of natural liquids and gases in a porous medium] Moscow. OGIz Gostekhizdat. 1947. (In Russian).
26. Zaal R. *Spravochnik po raschetu filtrov* [Handbook for calculating filters] Translation from German Kamkina Yu.V. Moscow. Radio and communication. 1983. 752 p. (In Russian).

#### Информация об авторах

*Ловкис Зенон Валентинович* – генеральный директор РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», член-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь (Республика Беларусь, 220037, г. Минск, ул. Козлова, д. 29, раб. тел.: 8-1037517-285-39-70). E-mail: info@belproduct.com

*Ермаков Алексей Игоревич* – кандидат технических наук, доцент, Белорусский национальный технический университет (пр. Независимости, 65, 220013, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tiro@bntu.by

*Заболотец Анастасия Александровна* – магистр технических наук, старший преподаватель, Белорусский национальный технический университет (пр. Независимости, 65, 220013, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tiro@bntu.by

#### Information about the authors

*Lovkis Zenon Valentinovich* – Director General of RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food“, corresponding member National Academy of Sciences of Belarus, dr. tech. sciences, professor, honored scientist of the Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220037, Minsk, ul. Kozlova, d. 29, office tel.: 8-1037517-285-39-70). E-mail: info@belproduct.com

*Ermakov Alexey I* – Ph.D. (engineering), Associate Professor, Belarusian National Technical University (65, Nezavisimosty avenue, 220013, Minsk, Republic of Belarus) E-mail: tiro@bntu.by .

*Zabolotets Anastasiya A.* – M.S., Senior Lecturer, Belarusian National Technical University (65, Nezavisimosty avenue, 220013, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tiro@bntu.by

**М.Л. Микулинич, С.Л. Масанский, Н.Ю. Азаренок, П.В. Микулинич,  
А.Н. Моргун**

*Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»,  
г. Могилев, Республика Беларусь*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДЕСКРИПТОРНО-ПРОФИЛЬНОГО МЕТОДА ДЕГУСТАЦИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИСОЛОДОВЫХ ЭКСТРАКТОВ**

**Аннотация:** В статье представлены исследования по влиянию ингредиентного состава на потребительские свойства солодовых экстрактов. Установлена возможность применения дескрипторно-профильного метода для моделирования потребительских свойств полисолодовых экстрактов. Разработана методика проектирования полисолодового экстракта, позволяющая продемонстрировать качественные характеристики экстракта в количественном выражении. Сформирована наглядная модель потребительских свойств полисолодовых экстрактов, определена интенсивность и значимость каждого дескриптора. Разработан «идеальный» портрет полисолодового экстракта с учетом сильных и слабых сторон продукта, позволяющий моделировать вкусо-ароматические характеристики продукта и корректировать нежелательные оттенки и привкусы на стадии разработки экстрактов.

**Ключевые слова:** моделирование, сенсорный анализ, ингредиентный состав, солодовый экстракт, потребительские свойства, дескриптор, SWOT-анализ, «идеальный» портрет

**M.L. Mikulinich, S.L. Masansky, N.Yu. Azarenok, P.V. Mikulinich, A.N. Morgunov**

*Educational institution «Mogilev state University of food», Mogilev, Republic of Belarus*

## **APPLICATION OF THE DESCRIPTOR AND PROFILE METHOD OF THE TASTING ANALYSIS WHEN MODELLING CONSUMER PROPERTIES OF POLYMALT EXTRACTS**

**Abstract:** Research on the influence of ingredient composition on consumer properties of malt extracts are presented in the article. The possibility of application of a descriptor and profile method for modeling of consumer properties of polymalt extracts is established. The technique of design of polymalt extract allowing to show qualitative characteristics of extract in quantitative expression is developed. The evident model of consumer properties of polymalt extracts is created, the intensity and the importance of each descriptor is defined. The «ideal» portrait of polymalt extract is developed taking into account of strengths and weaknesses of a product, allowing to simulate sensory acceptance of product characteristics and to correct undesirable savours and tastes at a stage of development of extracts.

**Keywords:** modeling, sensory analysis, ingredient composition, malt extract, consumer properties, descriptor, SWOT analysis, «ideal» portrait

Одним из перспективных ингредиентов для пищевой промышленности является полисолодовый экстракт, который обладает богатым биохимическим составом и разными оттенками в аромате (карамельный, медовый, солодовый), во вкусе (сладко-кислый, кисло-сладкий, карамельный, солодовый), в цвете (от светло- до темно-коричневого) и консистенцией (порошкообразной или от жидкой до тягучей), что обеспечивает весьма широкую область его применения [1–5] и разнообразную линейку по вкусо-ароматическим показателям.

На сегодняшний день в Республике Беларусь полисолодовые экстракты не производятся, в связи с отсутствием на предприятиях рекомендации по ведению технологического процесса их получения и применение в других отраслях, однако исследованиями и разработкой научных основ технологии

их получения с заданными вкусо-ароматическими свойствами занимаются специалисты МГУП совместно с сотрудниками РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» [6–8].

Анализ литературных источников [9–18] показал, что для решения различных задач производственного и исследовательского характера, в том числе при разработке продукта с заданными свойствами, применяется дескрипторно-профильный метод дегустационного анализа. Важное значение при этом уделяется мнению потребителей, которые обращают внимание не только на пищевую, но и на эмоциональную ценность пищевого продукта. Особый интерес представляет работа Заворохиной Н.В. [19], которой разработана методология моделирования безалкогольных напитков, позволяющая получать продукцию с заданными свойствами с учетом сенсорных предпочтений потребителей и использованием дескрипторно-профильного метода, однако при проектировании любого продукта требуется определенный подход с учетом индивидуальных особенностей продукта.

Цель исследования – разработка методики построения общего и «идеального» портрета потребительских свойств полисолодового экстракта с использованием дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа для моделирования продукта с заданными свойствами.

**Методы исследований.** Объектами экспериментальных исследований явились солодовые и полисолодовые экстракты, полученные в лабораторных условиях на экспериментальной вакуум-выпарной установке, разработанной на кафедре машин и аппаратов пищевых производств МГУП; объектом исследования – потребительские свойства солодовых и полисолодовых экстрактов; предметом исследования – моделирование органолептических показателей полисолодовых экстрактов с заданными свойствами.

Подготовку и проведение испытаний осуществляли по ГОСТ ISO 8587, ГОСТ ISO 8586, ГОСТ ISO 13299, СТБ ISO 11036, СТБ ISO 6564 [20–24]. Моделирование потребительских свойств полисолодовых экстрактов осуществляли путем компьютерного проектирования в табличном процессоре Excel с помощью дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа. Методика расчета построена на принципах, предложенных компанией «Tragon» (США) Sidel J. и Stown H. [25], Заворохиной Н.В. [18–19], сенсорного анализа [26], товарной экспертизы [27] и применительно к разработке научных подходов создания полисолодовых экстрактов разработана впервые.

Схема методики моделирования нового продукта – полисолодового экстракта, представлена на рис. 1.

**Результаты и их обсуждения.** Первым этапом была разработка панели дескрипторов для оценки потребительских свойств полисолодовых экстрактов.

Панель дескрипторов – это наиболее значимые дескрипторы внешнего вида, вкуса, аромата, текстуры, которые отражают сенсорное восприятие продукта в целом [18]. Для выполнения описательного анализа флейвора полисолодовых экстрактов применяли метод согласия. В методе согласия испытатели работают как группа испытателей, чтобы достигнуть согласованного описания флейвора продукта. Существенным моментом в этом методе является то, что руководитель группы является также одним из экспертов [22, 24].

В состав фокус-группы входили подготовленные испытатели, которые имеют опыт работы в области товарной экспертизы и технологии пищевых продуктов, продуктов функционального и специализированного назначения.

В ходе глубинного интервью с каждым испытателем проводилась беседа о характеристиках солодовых экстрактов с фокусированием их на органолептических нюансах и особенностях пищевого продукта, при этом учитывалась правильная и объективная интерпретация понятий. Так, гедоническое описание вкуса – резкость, густота, вкусность, интенсивность, соответствует такому объективному описанию как насыщенность вкуса; сильный запах, ароматный, яркий как выраженность аромата.

В результате группой испытателей выделены 23 признака дескрипторов, позволяющих дать описательную характеристику общему профилю экстрактов: 6 признаков для оценки внешнего вида (прозрачный, насыщенный, коричневый, золотистый, медовый, тягучая); 6 признаков для оценки аромата (выраженный, хлебный, солодовый, карамельный, медовый, травяной); 9 признаков для оценки вкуса (сладость, кислотность, горечь, хлебный, солодовый, карамельный, медовый, травяной, насыщенность) и 2 признака для оценки эмоциональной характеристики (востребованность, натуральность).

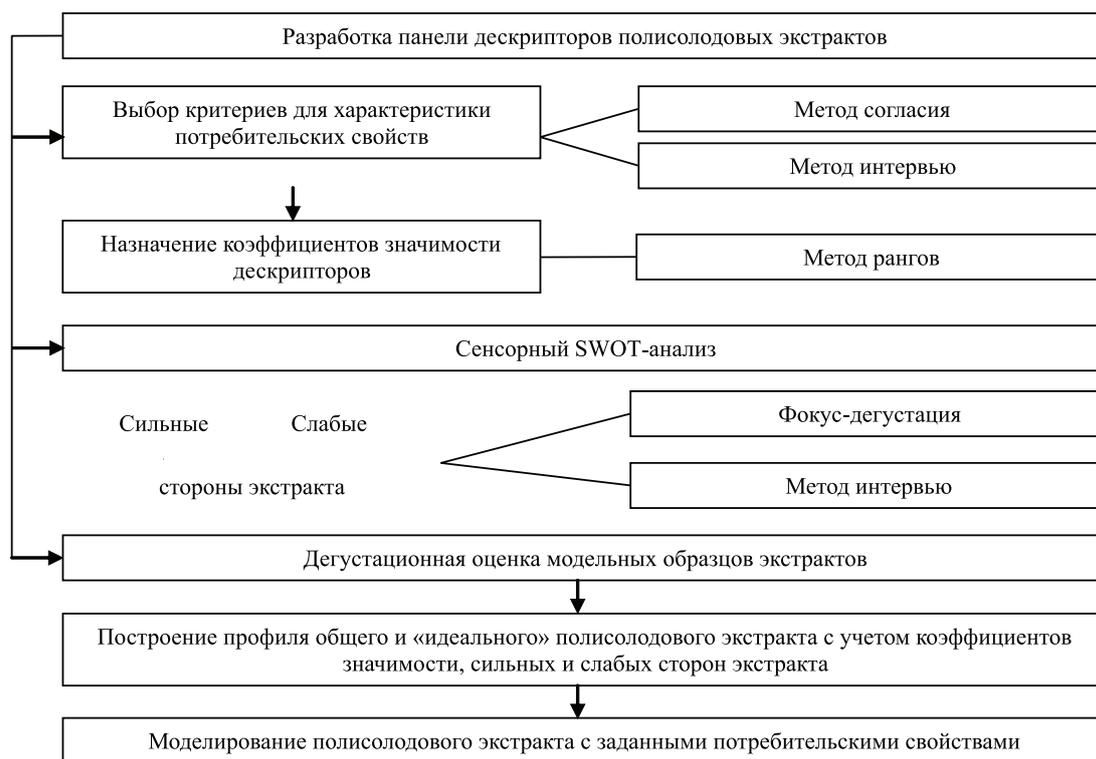


Рис. 1. Алгоритм методики моделирования полисолодового экстракта с применением дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа  
 Fig. 1. Algorithm of a technique of modeling of polymalt extract with application of a descriptor and profile method of the tasting analysis

Второй этап заключался в определении значимости отобранных дескрипторов методом рангов [27–28]. Процедура ранжирования заключается в том, что наиболее значимому дескриптору присваивался ранг 1, а наименее значимому – последний. Результирующие ранги дескрипторов ранжирования по данным опросов определяются как суммы рангов для каждого дескриптора. Коэффициенты значимости каждого из дескрипторов ранжирования  $b_{i \text{ ранг}}$  рассчитывается по формуле (при условии, что сумма всех коэффициентов значимости  $b_{i \text{ ранг}}$  от 1 до n равна 1):

$$b_{i \text{ ранг}} = \frac{(n - r_n + 1)}{S_n},$$

где n – число исследуемых дескрипторов в рамках одного показателя;  $r_n$  – результирующий ранг исследуемого дескриптора;  $S_n$  – сумма результирующих рангов.

Для перевода полученных значений в целые числа коэффициенты значимости умножали на 20 и округляли до целого числа. Панель дескрипторов с учетом коэффициентов значимости представлена на рис. 2.

Анализируя результаты рис. 2 отмечено, что наиболее важными дескрипторами при оценке органолептических показателей полисолодовых экстрактов являются прозрачность и насыщенность цвета, выраженность медового аромата, сладость и насыщенность во вкусе таких «оттенков» как медовый, карамельный, солодовый и хлебный.

Третий этап заключался в проведении фокус-дегустаций экстрактов группой людей, в состав которой входили как подготовленные [29] (преподаватели вуза по соответствующим дисциплинам и имеющие практический опыт работы в данной области), так и неподготовленные испытуемые (студенты вуза). После изучения модельных образцов экстрактов проводилась беседа о слабых и сильных сторонах органолептических характеристик экстрактов. Сенсорный SWOT-анализ показал, что существенным для потенциальных потребителей в основном является приятный солодово-карамельный аромат, сладкий вкус с легкой кислинкой, прозрачный и золотисто-медовый цвет,

отсутствие неприятного послевкуся, высокая функциональность и полезность экстракта; слабой стороной – неприятный сильно выраженный хлебный аромат, негармоничный кисло-сладкий вкус с горечью, мутный.



Рис. 2. Панель дескрипторов с указанием коэффициентов значимости (K<sub>з</sub>)  
 Fig. 2. The panel of descriptors with the indication of coefficients of the importance (K<sub>з</sub>)

Для дегустации модельных образцов экстрактов оптимальным является универсальная 5-балльная однополярная словесная шкала: 0 – признак отсутствует, 1 – только узнаваемый или ощущаемый, 2 – слабая интенсивность, 3 – умеренная интенсивность, 4 – сильная, 5 – очень сильная интенсивность [26], которая адаптирована для оценки полисолодовых экстрактов (рис. 3).

Следует отметить, что под «натуральностью» экстракта понимается то, как испытатель или потребитель воспринимает данный продукт по внешним признакам и химическому составу, например, слабо уловимый зеленоватый оттенок может восприниматься как не натуральный; под «востребованностью» понимают будет ли данный продукт востребован на рынке, например, в качестве самостоятельного продукта – для потребителей или в качестве ингредиента – для пищевых предприятий.

Четвертый этап заключался в проведении дегустационной оценки экстрактов в зависимости от ингредиентного состава композиций группой экспертов согласно разработанной панели дескрипторов. Полученные усредненные оценки умножали на коэффициенты значимости и переводили в 5-балловую шкалу. Результаты представлены на рис. 4–5.

Сравнивая общие портреты солодовых и полисолодовых экстрактов отмечено, что наиболее выраженным карамельно-солодово-медовым ароматом, кислотью и хлебно-карамельным вкусом характеризуется ячменный экстракт; наиболее выраженным солодовым ароматом и вкусом – овсяный экстракт; наиболее выраженным травяным ароматом – ржаной экстракт; выраженным хлебным ароматом – ячменно-овсяно-тритикалевый экстракт; наиболее насыщенным золотисто-медовым цветом, выраженным медовым ароматом и насыщенным медово-сладким вкусом, высокой востребованностью и натуральностью характеризуется ячменно-овсяный экстракт; наиболее насыщенным коричневым цветом, выраженным карамельным ароматом с горечью, высокой тягучестью – ячменно-овсяно-ржаной экстракт.

Однополярная шкала порядка: 0...5 баллов

<b>Внешний вид</b>	Коричневый	0 баллов – цвет/оттенок отсутствует;
	Золотистый	...
	Медовый	5 баллов – очень сильная интенсивность цвета/оттенка.
	Прозрачный	0 баллов – мутный;
		...
		5 баллов – прозрачный.
	Насыщенность	0 баллов – насыщенность цвета/оттенка слабая;
		...
		5 баллов – очень сильная насыщенность цвета/оттенка.
	Тягучесть	0 баллов – тягучесть отсутствует;
		...
		5 баллов – очень сильная тягучесть.
<b>Аромат</b>	Хлебный	0 баллов – аромат отсутствует;
	Солодовый	...
	Карамельный	5 баллов – очень сильная интенсивность аромата.
	Медовый	
	Травяной	
	Выраженность	0 баллов – выраженность аромата слабая;
		...
		5 баллов – очень сильная выраженность аромата.
<b>Вкус</b>	Кислость	
	Сладость	
	Горечь	
	Хлебный	0 баллов – вкус отсутствует;
	Солодовый	...
	Карамельный	5 баллов – очень сильная интенсивность вкуса.
	Медовый	
	Травяной	
	Насыщенность	0 баллов – насыщенность вкуса слабая;
		...
		5 баллов – очень сильная насыщенность вкуса.
<b>Эмоциональные характеристики</b>	Востребованность	0 баллов – востребованность отсутствует;
		...
		5 баллов – очень сильная востребованность.
	Натуральность	0 баллов – не натуральный;
		...
		5 баллов – натуральный.

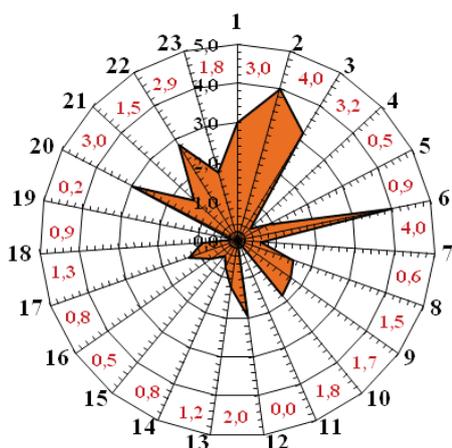
Рис. 3. Модель потребительских свойств для солодовых экстрактов  
 Fig. 3. Model of consumer properties for malt extracts

Следует отметить, что карамельный аромат присущ для экстракта, полученного из ячменного солода; травяной аромат и высокая тягучесть – для экстракта, полученного из ржаного солода; медовый аромат и вкус – для экстракта, полученного из овсяного солода; хлебный аромат и вкус – для экстракта, полученного из тритикалевого солода.

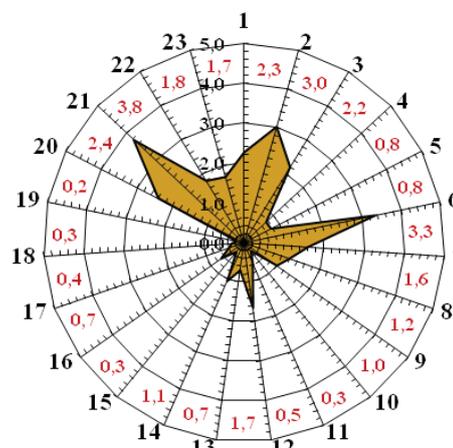
Такие различия в характеристиках объясняются биохимическим составом солода, количественным и качественным составом меланоидинов, а также промежуточных и побочных продуктов реакции Майяра, которые образуются на стадиях солодоращения и сушки солода, затирания и упаривания полисолодового сусла. Так, при солодоращении липоксигеназа и другие ферменты воздействуют на ненасыщенные жирные кислоты, продуцируя продукты окисления, которые затем преобразуются в ходе химических реакций и тепловой обработки. Некоторые из этих летучих соединений придают травянистый или зерновой ароматы. Свободные аминокислоты при солодоращении

расщепляются с образованием соответствующих альдегидов, которые сами по себе могут иметь солодовый аромат или вступать в реакцию с редуцирующими сахарами при сушке солода или на стадии затирания суслу, в результате чего появляются продукты реакции Майяра с карамельным, зерновым или хлебным ароматом. Такие продукты реакции Майяра как пиридины, пиазины и пирролины, способствуют формированию хлебного и растительного ароматов; циклические соединения типа фуранеола, изо-мальтола и мальтола, формируют ароматы карамели; а пирролы существенно влияют на формирование зернового и хлебного ароматов [30]. Высокую тягучесть экстракта можно объяснить значительным содержанием в его составе гумми-веществ и пентозанов.

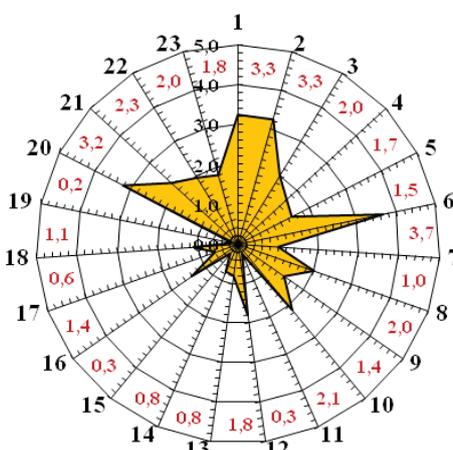
На следующем этапе методом опроса испытатели отмечали наиболее предпочтительную интенсивность дескриптора в анализируемых экстрактах. Полученные усредненные оценки умножали на коэффициент значимости и переводили в 5-ти балльную шкалу. По результатам предпочтений фокус-группы разработан общий портрет «идеального» полисолодового экстракта, представленный на рис. 6.



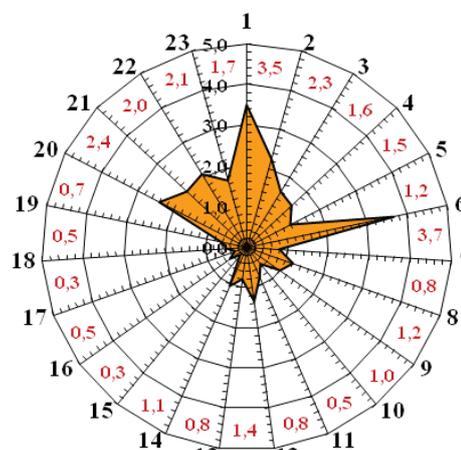
Ячменный экстракт



Ржаной экстракт



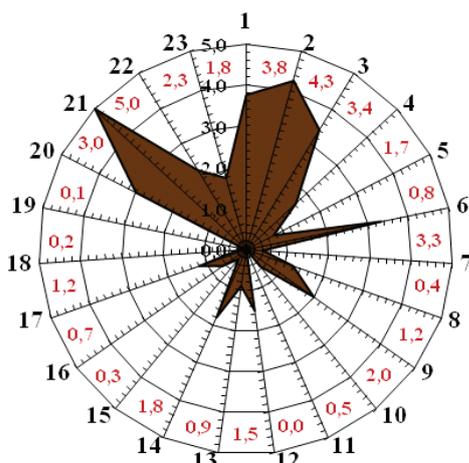
Овсяный экстракт



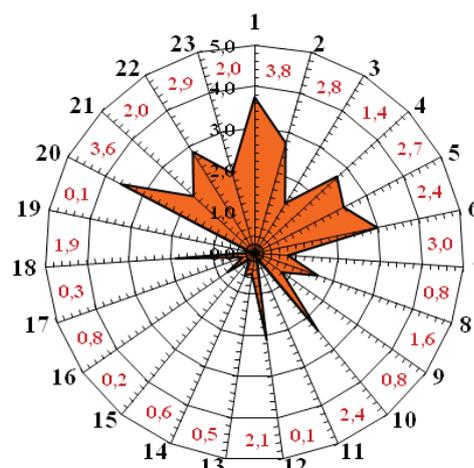
Ячменно-ржаной экстракт

- 1 – прозрачность экстракта, 2 – насыщенность цвета, 3 – коричневый цвет,
- 4 – золотистый цвет, 5 – медовый цвет, 6 – выраженность аромата, 7 – хлебный аромат,
- 8 – солодовый аромат, 9 – карамельный аромат, 10 – медовый аромат,
- 11 – травяной аромат, 12 – сладость, 13 – кислотность, 14 – горечь,
- 15 – хлебный вкус, 16 – солодовый вкус, 17 – карамельный вкус, 18 – медовый вкус,
- 19 – травяной вкус, 20 – насыщенность вкуса, 21 – тягучесть экстракта,
- 22 – востребованность, 23 – натуральность

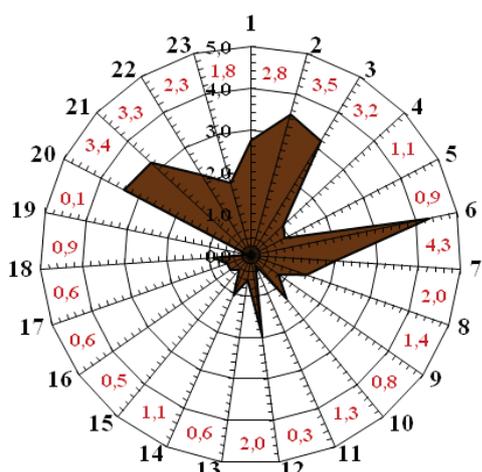
Рис. 4. Общий портрет солодовых экстрактов в зависимости от ингредиента  
 Fig. 4. The general portrait of malt extracts depending on ingredient



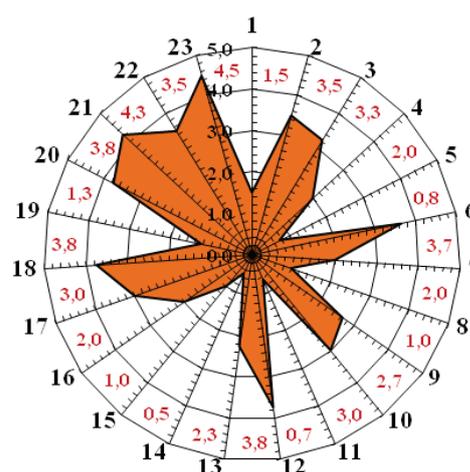
**Ячменно-овсяно-ржаной  
экстракт**



**Ячменно-овсяный  
экстракт**



**Ячменно-овсяно-тритикалевый  
экстракт**



**Ячменно-овсяно-пшенично-ржаной  
экстракт**

1 – прозрачность экстракта, 2 – насыщенность цвета, 3 – коричневый цвет,  
4 – золотистый цвет, 5 – медовый цвет, 6 – выраженность аромата, 7 – хлебный аромат,  
8 – солодовый аромат, 9 – карамельный аромат, 10 – медовый аромат,  
11 – яблочный (травяной) аромат, 12 – сладость, 13 – кислотность, 14 – горечь,  
15 – хлебный вкус, 16 – солодовый вкус, 17 – карамельный вкус, 18 – медовый вкус,  
19 – травяной вкус, 20 – насыщенность вкуса, 21 – тягучесть экстракта,  
22 – востребованность, 23 – натуральность

*Рис. 5. Общий портрет солодовых экстрактов в зависимости от ингредиента  
Fig. 5. The general portrait of malt extracts depending on ingredient*

Как видно из представленных результатов на рис. 6 «идеальный» портрет полисолодового экстракта характеризуется как прозрачный с легкой опалесценцией, с сильной насыщенностью цвета, умеренной интенсивностью коричневого цвета, слабой интенсивностью золотистого и медового цвета, с сильной тягучестью, сильной выраженностью аромата, слабой интенсивностью хлебного, солодового и карамельного аромата и кислого вкуса, умеренной интенсивностью медового аромата и насыщенности сладкого вкуса, только ощутимым хлебным, солодовым, карамельным, медовым вкусом и горечью, отсутствием травяного аромата и вкуса.

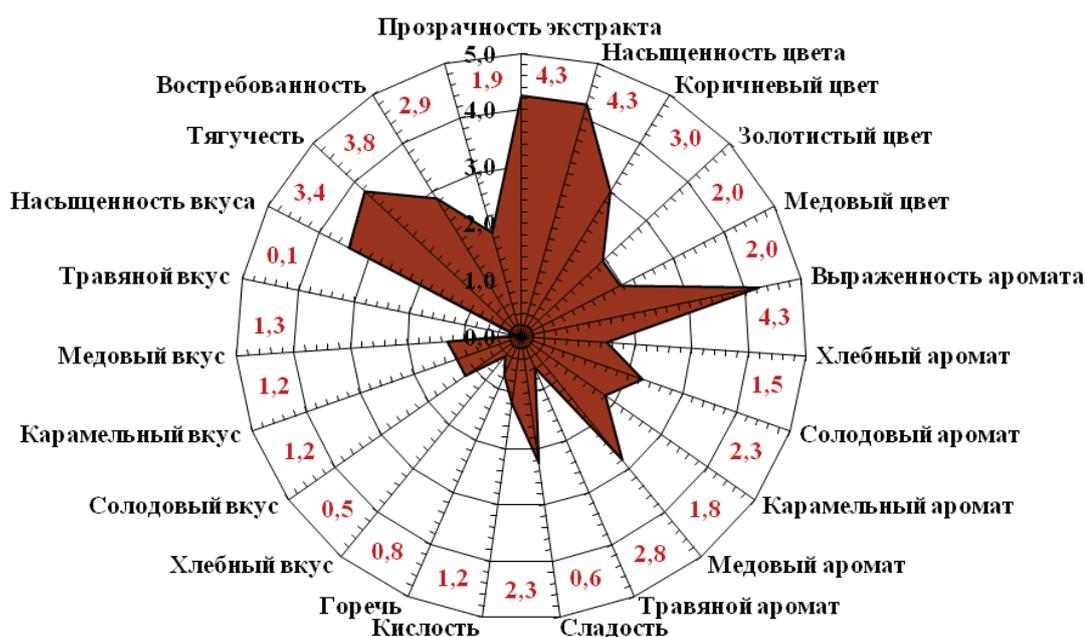


Рис. 6. Общий портрет «идеального» полисолодового экстракта  
 Fig. 6. General portrait of «ideal» polymalt extract

**Заключение.** В результате работы разработан алгоритм методики моделирования полисолодового экстракта с применением дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа, который наглядно демонстрирует качественные характеристики солодового экстракта в их количественном выражении и позволяет сравнить несколько продуктов между собой и скорректировать нежелательные оттенки и привкусы на стадии разработки рецептуры. Сформирована панель дескрипторов, дана характеристика дескрипторам, определены коэффициенты значимости каждого из признаков. Проведена сравнительная оценка экстрактов в зависимости от ингредиентного состава композиций. Разработан «идеальный» портрет полисолодового экстракта с учетом сильных и слабых сторон продукта.

**Список использованных источников**

1. Микулинич, М.Л. Полисолодовые экстракты как натуральные компоненты здорового питания / М.Л. Микулинич, Е.М. Моргунова // Хранительна наука, техника и технологии 2012: науч. тр. / Университет по Хранителни технологии; редкол.: П.П. Денев [и др.]. – Пловдив, 2012. – Том LIX. – С. 260–262.
2. Знаменская, Т. Полисол – экстракт из проросших злаковых зерен / Т. Знаменская // Здоров'я и довголіття. Природна медицина. – 2009. – № 48. – С. 2.
3. Борисенко, Ю. Полисол – экстракт для мужского здоровья / Ю. Борисенко // Здоров'я и довголіття. Необычный ракурс. – 2009. – № 49. – С. 3.
4. Безглютеновый квас / Е.А. Коротких [и др.] // Пиво и напитки. – 2013. – №5. – С.46–50.
5. Микулинич, М.Л. Актуальность создания технологии получения полисолодовых экстрактов для пищевой промышленности / М.Л. Микулинич, Е.М. Моргунова // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов VIII Международной научной конференции студентов и аспирантов, Могилев, 26–27 апреля 2012 г. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2012. – С. 48.
6. Масанский, С.Л. Получение и использование полисолодовых экстрактов в составе специализированных продуктов для дошкольного и школьного питания / С.Л. Масанский, М.Л. Мику-

- линич // Техника и технология пищевых производств: тезисы докладов X-й Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов, Могилев, 23–24 апреля 2015 г. / Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев, 2015. – С. 14–17.
7. Моргунова, Е.М. Комплексный показатель качества полисолодового экстракта в зависимости от фракционного состава зернового сырья / Е.М. Моргунова, М.Л. Микулинич // Вестник МГУП. – 2015. – № 1. – С. 15–22.
  8. Аддитивная модель мультипликативного типа комплексной оценки сула при оптимизации качества полисолодовых экстрактов / М.Л. Микулинич [и др.] // Вестник МГУП. – 2017. – № 1. – С. 3–13.
  9. Чугунова, О.В. Использование методов дегустационного анализа при моделировании рецептур пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами [монография] / О.В. Чугунова, Н.В. Заворохина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2010. – 148 с.
  10. Сафронова, Т.М. Разрешающая способность метода органолептического профиля в исследовании и контроле качества пищевых продуктов / Т.М. Сафронова [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2017. – № 5–6. – С. 103–108.
  11. Лопачев, Е.А. Органолептическое исследование настоев ореха кедра различной крепости / Е.А. Лопачев // Пиво и напитки. – 2017. – № 3. – С. 32–35.
  12. Забалуева, Ю.Ю. Влияние фитонастоя на формирование основных органолептических показателей сырокопченых колбас / Ю.Ю. Забалуева, Б.А. Баженова, Н.В. Мелешкина // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2017. – № 1 (35). – С. 58–63.
  13. Почницкая, И.М. Сенсорная оценка дескрипторов качества рыбы семейства карповых / И.М. Почницкая, Е.С. Красовская // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2017. – № 1 (35). – С. 92–98.
  14. Почницкая, И.М. Потребительские предпочтения людей, ведущих активный образ жизни, как основа для создания функциональных продуктов отечественного производства / И.Е. Почницкая, И.Е. Лобазова, А.В. Селезнева // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2017. – № 2 (36). – С. 41–46.
  15. Силич, М.В. Исследование характеристик виноматериалов, изготовленных из винограда, выращенного в Республике Беларусь / М.В. Силич, И.М. Почницкая, В.Л. Рослик // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2017. – № 2 (36). – С. 74–84.
  16. Сафронова, Т.М. Органолептический профиль пищевого продукта: объективизация метода оценки / Т.М. Сафронова, Е.М. Панчишина // Известия вузов. Пищевая технология. – 2017. – № 4. – С. 88–91.
  17. Сенсорний аналіз рибних січених напів фабрикатів методом профілюфлейвору / І.Ю. Прасол [и др.] // Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. – 2017. – Т. 19. – № 80. – С. 83–87.
  18. Заворохина, Н.В. Потенциал дескрипторно-профильного метода дегустационного анализа / Н.В. Заворохина, О.В. Чугунова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2014. – Т. 2. – № 2. – С. 58–63.
  19. Заворохина, Н.В. Разработка и применение методологии моделирования безалкогольных напитков с учетом сенсорных предпочтений потребителей: автореф. дис. ... док. техн. наук / Н.В. Заворохина. – Кемерово, 2014. – 35 с.
  20. Органолептический анализ. Общие руководящие указания по отбору, обучению и контролю за работой отобранных испытателей и экспертов-испытателей: ГОСТ ИСО 8586-2015. – Введ. 01.01.2017. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус, гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. – 30 с.
  21. Сенсорный анализ. Методология. Ранжирование: ГОСТ ИСО 8587-2015. – Введ. 01.03.2016. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус, гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. – 24 с.

22. Сенсорный анализ. Методология. Общее руководство по составлению сенсорного профиля: ГОСТ ИСО 13299-2015. – Введ. 01.03.2016. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус, гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. – 32 с.
23. Органолептический анализ. Методология. Профиль текстуры: СТБ ИСО 11036-2007. – Введ. 01.07.2007. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус, гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 24 с.
24. Органолептический анализ. Методология. Методы профильного анализа флейвора: СТБ ИСО 6564-2007. – Введ. 01.07.2007. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус, гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 12 с.
25. Stone, H. Sensory Evaluation: Science and Mythology / H. Stone // Wine Research. – 2005. – № 8. – P. 47–56.
26. Болотько, А.Ю. Сенсорный анализ и контроль качества продукции общественного питания: конспект лекций / А.Ю. Болотько, М.Л. Микулинич. – Могилев: МГУП, 2015. – 116 с.
27. Евдохова, Л.Н. Товарная экспертиза: учеб пособие/ Л.Н. Евдохова, С.Л. Масанский. – Минск : Выш. школа, 2013. – 253 с.
28. Микулинич, М.Л. Разработка панели дескрипторов для моделирования потребительских свойств полисолодовых экстрактов / М.Л. Микулинич, С.Л. Масанский, П.В. Микулинич //Техника и технология пищевых производств: материалы XII Международная науч.-техн. конференция, Могилёв, 19–20 апреля 2018 г.: в 2 т. / Учреждение образования «Могилёвский государственный университет продовольствия»; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.) [и др.]. – Могилев: МГУП, 2018. – Т. 2. – С. 225–226.
29. Ловкис, З.В. Органолептический анализ качества пищевых продуктов, требования к испытателям / З.В. Ловкис, Е.М. Моргунова, В.И. Шевченко, Е.А. Давыдова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2018. – № 1 (39). – Т. 11. – С. 13–19.
30. Ли, Э. Спиртные напитки: Особенности брожения и производства / Э. Ли, Дж. Пигготт (ред.); перевод с англ. под общ. ред. А.Л. Панасюка. – СПб.: Профессия, 2006. – 552 с.

## Reference

1. Mikulinich M.L., Morgunova E.M. Polisolodovye ekstrakty kak natural'nye komponenty zdorovogo pitaniya [Polymalt extracts are natural components of healthy nutrition] Nauchnye trudy «Pishhevaya nauka, tehnika i tehnologii 2012» [Scientific works «Food science, engineering and technologies 2012»]. Plovdiv, 2012, vol. 59, pp 260–262.
2. Znamenskaya, T. Polisol – ekstrakt iz prorosshih zlakovyh zeren [Polisol is an extract from the germinated cereals] Zdorov'ya i dovgolittya. Prirodnaya medicina [Health and longevity. Natural medicine]. 2009, no. 48. pp. 2.
3. Borisenko Yu. Polisol – ekstrakt dlya muzhskogo zdorov'ya [Polisol is an extract for men's health] Zdorov'ya i dovgolittya. Neobychnyy rakurs [Health and longevity. Unusual aspect]. 2009, no. 49. pp. 3.
4. Korotkih E.A., Novikova I.V., Agafonov G.V., Hripushin V.V. Bezglyutenovyy kvas [Gluten-free kvass] Pivo i napitki [Beer and drinks]. 2013, no. 5. pp. 46–50.
5. Mikulinich M.L., Morgunova E.M. Aktual'nost' sozdaniya tehnologii polucheniya polisolodovyh ekstraktov dlya pishhevoy promyshlennosti [Relevance of obtaining polymalt extracts technology for the food industry] Tezisy dokladov VIII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferencii studentov i aspirantov «Tehnika i tehnologiya pishhevyyh proizvodstv», [Articles from VIII International scientific conference of students and graduate students «Engineering and technology of food productions»]. Mogilev, 2012. pp. 48.
6. Masanskiy S.L., Mikulinich M.L. Poluchenie i ispol'zovanie polisolodovyh ekstraktov v sostave specializirovannyh produktov dlya doshkol'nogo i shkol'nogo pitaniya [Obtaining and using of polymalt extracts as a part of specialized products for preschool and school food] Tezisy dokladov X Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferencii studentov i aspirantov «Tehnika i tehnologiya pishhevyyh proizvodstv»

- [Articles from X International scientific and technical conference of students and graduate students «Engineering and technology of food productions»]. Mogilev, 2015. pp. 14–17.
7. Morgunova E.M., Mikulinich M.L. Kompleksnyy pokazatel' kachestva polisolodovogo ekstrakta v zavisimosti ot frakcionnogo sostava zernovogo syr'ya [Complex indicator of quality of polymalt extract depending on fractional structure of grain raw materials] Vestnik MGUP [Messenger MSUF]. 2015, no. 1 (18). pp. 15–22.
  8. Mikulinich M.L., Ivanov A.V., Masanskiy S.L., Mikulinich P.V., Morgunov A.N. Additivnaya model' mul'tiplikativnogo tipa kompleksnoy ocenki susla pri optimizacii kachestva polisolodovykh ekstraktov [Multiplicative type additive model of complex wort assessment for optimization of the quality of polymalt extracts] Vestnik MGUP [Messenger MSUF]. 2017, no. 1 (23). pp. 3–13.
  9. Chugunova O.V., Zavorohina N.V. Ispol'zovanie metodov degustatsionnogo analiza pri modelirovanii receptur pishhevyykh produktov s zadannymi potrebitel'skimi svoystvami [Use of tasting analysis methods when modeling recipes of foodstuff with the set consumer properties]. Yekaterinburg: USEUPubl., 2010. 148 p.
  10. Safronova T.M., Panchishina E.M., Maksimova S.N., Surovceva E.V., Sluckaya T.N., Chupikova E.S. Razreshayushhaya sposobnost' metoda organolepticheskogo profilya v issledovanii i kontrole kachestva pishhevyykh produktov [Resolving power of the organoleptic profile method in the research and food quality control] Izvestiya vuzov. Pishhevaya tekhnologiya [News of higher education institutions. Food technology]. 2017, no. 5–6. pp. 103–108.
  11. Lopachev E.A. Organolepticheskoe issledovanie nastoev oreha kedra razlichnoy kreposti [Organoleptic study of cedar nut infusions of various strengths] Pivo i napitki [Beer and drinks]. 2017, no. 3. pp. 32–35.
  12. Zabalueva Yu.Yu., Bazhenova B.A., Meleshkina N.V. Vliyaniye fitonastoya na formirovaniye osnovnykh organolepticheskikh pokazateley syropochennykh kolbas [Effect of the plant extract on the formation of main sensory characteristics of dry sausages] Pishhevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [The Food industry: science and technologies]. 2017. – no. 1 (35). pp. 58–63.
  13. Pochickaya I.M., Krasovskaya E.S. Sensornaya ocenka deskriptorov kachestva ryby semeystva karpovykh [Sensory evaluation of quality descriptors of Karp family fish] Pishhevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [The Food industry: science and technologies]. 2017. – No. 1 (35). pp. 92–98.
  14. Pochickaya I.M., Lobazova I.E., Selezneva A.V. Potrebitelskie predpochteniya lyudey, vedushhih aktivnyy obraz zhizni, kak osnova dlya sozdaniya funktsionalnykh produktov otechestvennogo proizvodstva [The preferences of the people leading active lifestyle as the basis for creation of the national functional products] Pishhevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [The Food industry: science and technologies]. 2017. – No. 2 (36). pp. 41–46.
  15. Silich M.V., Pochickaya I.M., Roslik V.L. Issledovanie harakteristik vinomaterialov, izgotovlennykh iz vinograda, vyrashhennogo v Respublike Belarus [Investigation of characteristics of wine materials, created from grape grown which in Republic of Belarus] Pishhevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii [The Food industry: science and technologies]. 2017. – No. 2 (36). pp. 74–84.
  16. Safronova T.M., Panchishina E.M. Organolepticheskiy profil' pishhevoogo produkta: ob'ektivizatsiya metoda ocenki [Organoleptic profile of food product: objectification of the evaluation method] Izvestiya vuzov. Pishhevaya tekhnologiya [News of higher education institutions. Food technology]. 2017, no. 4. pp. 88–91.
  17. Prasol I.Yu., Golebovs'ka N.V., Slobodyanyuk N.M., Ochkolyas O.M. Sensornyy analiz rybnyykh kotlet s dobavleniem netraditsionnogo syrya metodom profilya fleyvora [Sensory analysis of semi-finished minced fish products by the flavour profile method] Nauchnyy vestnik Lvovskogo natsionalnogo universiteta veterinarnoy meditsiny i biotekhnologii imeni S.Z. Gzhitskogo [Scientific Messenger LNUVMB]. 2017, vol. 19, no. 80. pp. 83–87.
  18. Zavorohina N.V., Chugunova O.V. Potentsial deskriptorno-profil'nogo metoda degustatsionnogo analiza [Potential of the descriptive and profile method of degustation analysis] Vestnik YuUrGU. Seriya «Pishheve i biotekhnologii» [Bulletin of SUSU. Series «Food and Biotechnology»]. 2014, vol. 2, no. 2. pp. 58–63.

19. Zavorohina N.V. Razrabotka i primenenie metodologii modelirovaniya bezalkogol'nyh napitkov s uchetom sensoryh predpochteniy potrebiteley forAvtoref. Dis. dok. tehn. nauk [Development and application of methodology of modeling of soft drinks taking into account touch preferences of consumers torus. Dr. of Engineering Sciences avtodiss.]. Kemerovo, 2014. 35 p.
20. GOST ISO 8586-2015. Organolepticheskiy analiz. Obshhie rukovodjashhie ukazaniya po otboru, obucheniyu i kontrolju za rabotoy otobrannyh ispytateley i ekspertov-ispytateley [State standards 8586-2015. Organoleptic analysis. The general guidelines on selection, training and control of work of the selected testers and experts-testers]. Moscow: Standartinform Publ., 2017. 30 p.
21. GOST ISO 8587-2015. Sensornyy analiz. Metodologiya. Ranzhirovanie [State standards 8587-2015. Sensory analysis. Methodology. Ranging]. Moscow: Standartinform Publ., 2016. 24 p.
22. GOST ISO 13299-2015. Sensornyy analiz. Metodologiya. Obshee rukovodstvo po sostavleniyu sensorного profilya [State standards 19299-2015. Sensory analysis. Methodology. General guide of sensory profiling]. Moscow: Standartinform Publ., 2016. 32 p.
23. STB ISO 11036-2007. Organolepticheskiy analiz. Metodologiya. Profil' tekstury[State standards of Republic of Belarus 11036-2007. Organoleptic analysis. Methodology. Texture profile]. Minsk : BelSISC Publ., 2007. 24 p.
24. STB ISO 6564-2007. Organolepticheskiy analiz. Metodologiya. Metody profil'nogo analiza fleyvora [State standards of Republic of Belarus 6564-2007. Organoleptic analysis. Methodology. Flavour profile methods]. Minsk: BelSISCPubl., 2007. 12 p.
25. Stone H. Sensory Evaluation: Science and Mythology [Wine Research]. 2005, no. 8. pp. 47–56.
26. Bolot'ko A.Yu., Mikulinich M.L. Sensornyy analiz i kontrol' kachestva produkciy obshhestvennogo pitaniya: konspekt lekciy [Sensory analysis and public catering quality control: lecture notes]. Mogilev: MSUF Publ., 2015. 116 p.
27. Evdohova L.N., Masanskiy S.L. Tovarnaya ekspertiza: uchebnoe posobie [Commodity examination: training manual]. Minsk : HighSchool Publ., 2013. 253 p.
28. Mikulinich M.L., Masanskiy S.L., Mikulinich P.V. Razrabotka paneli deskriptorov dlya modelirovaniya potrebitel'skih svoystv polisolidovyyh ekstraktov [Descriptors panel development for modeling polymalt extracts consumer properties] Materialy XII Mezhdunarodnaya nauch.-tehn. konferenciya «Tehnika i tehnologiya pishhevyyh proizvodstv» [XII International scientific and technical conference materials «Engineering and technology of food productions»]. Mogilev, 2018, vol. 2. pp. 225–226.
29. Lovkis Z.V., Morgunova E.M., Shevchenko V.I., Davydova E.A. Organolepticheskiy analiz kachestva pishhevyyh produktov. Trebovaniya k ispytatelyam [Sensory analysis of quality of food products. Requirements to assessors] Pishhevaya promyshlennost': nauka i tehnologii [The Food industry: science and technologies]. 2018, no. 1 (39), vol. 11. pp. 13–19.
30. Li Je., Piggott Dzh. (ed.) Spirtnye napitki: Osobennosti brozheniya i proizvodstva [Alcoholic drinks: Features of fermentation and production]. SPb.: ProfessionPubl., 2006. 552 p.

### Благодарности

Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках задания № 20162700 Государственной программы научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства» на 2016–2020 гг. (подпрограмма 3.30 «Продовольственная безопасность») совместно с РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», Министерством образования.

### Acknowledgments

The researches described in this work have been conducted within a task № 20162700 of State program of scientific research «Quality and efficiency of agro-industrial production» for 2016–2020 (subprogramme 3.30 «Food security») together with RUE «Scientific-Practical Center of Foodstuffs National Academy of Sciences of Belarus», the Ministry of Education.

**Информация об авторах**

*Микулинич Марина Леонидовна* – кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: mikulinichmarina@gmail.com

*Масанский Сергей Леонидович* – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: tot505@yandex.ru

*Азаренок Наталья Юрьевна* – старший преподаватель кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: azarenok85@mail.ru

*Микулинич Полина Витальевна* – студент учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: mikulinich2013@mail.ru

*Моргунов Артем Николаевич* – аспирант учреждения образования «Могилевский государственный университет продовольствия» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь). E-mail: mti67@rambler.ru

**Information about the authors**

*Mikulinich Marina Leonidovna* – PhD in Technological Sciences, associate Professor the department of merchandizing and organization of tradeeducational institution «Mogilev state University of food» (3, Schmidt Ave, Mogilev, Republic of Belarus, 212027). E-mail: mikulinichmarina@gmail.com

*Masansky Sergey Leonidovich* – PhD in Technological Sciences, Assistant Professor, Professor the department of merchandizing and organization of tradeeducational institution «Mogilev state University of food» (3, Schmidt Ave, Mogilev, Republic of Belarus, 212027). E-mail: tot505@yandex.ru

*Azarenok Natalya Yurevna* – Lecturer the department of merchandizing and organization of tradeeducational institution «Mogilev state University of food» (3, Schmidt Ave, Mogilev, Republic of Belarus, 212027). E-mail: azarenok85@mail.ru

*Mikulinich Polina Vitalievna* – student educational institution «Mogilev state University of food» (3, Schmidt Ave, Mogilev, Republic of Belarus, 212027). E-mail: mikulinich2013@mail.ru

*Morgunov Artem Nikolaevich* – postgraduate educational institution «Mogilev state University of food» (3, Schmidt Ave, Mogilev, Republic of Belarus, 212027). E-mail: mti67@rambler.ru

УДК 664.66.022.3

Поступила в редакцию 07.08.2018  
Received 07.08.2018**А.С. Кучер<sup>1</sup>, Т.П. Троцкая<sup>1</sup>, С.С. Ануфрик<sup>2</sup>, С.Н. Анучин<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АМАРАНТОВОЙ МУКИ НА КАЧЕСТВО ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Аннотация:** Во введении обоснована целесообразность использования амарантовой муки в технологии производства хлебобулочных изделий с целью улучшения их показателей качества и совершенствования химического состава. В разделе «Материалы и методы исследований» представлена нормативная документация, на основании которой устанавливались конкретные свойства образцов хлеба. В основной части представлены результаты исследования влияния введения амарантовой муки в рецептуры двух видов традиционных хлебов – пшеничного и пшенично-ржаного. В изделиях осуществляли замену муки на амарантовую в количествах 5, 10, 15, 20, 25 и 30 %. Представлены и проанализированы результаты оценки органолептических и физико-химических показателей качества хлебобулочных изделий. Результаты дегустации представлены в виде профилограмм органолептических показателей качества хлебов, приготовленных с добавлением амарантовой муки. Установлено, что предпочтительно введение амарантовой муки в хлеб пшенично-ржаной, поскольку пшеничные изделия с амарантом характеризуются низкими потребительскими свойствами (внешний вид, состояние мякиша и корки, пористость). Показано, что хлеб с амарантовой мукой имеет более высокую массовую долю минеральных веществ по сравнению с контрольными образцами. Определен оптимальный уровень замещения смеси муки пшеничной и ржаной на амарантовую, равный 15 %, при котором достигаются наилучшие характеристики продукта. Описана технологическая схема производства хлебобулочного изделия с амарантовой мукой, включающая соединение всех рецептурных ингредиентов, приготовление теста безопасным способом, его разделку, формование и расстойку полуфабрикатов, выпечку и охлаждение изделий. В заключение выявлена практическая значимость проделанной работы.

**Ключевые слова:** амарантовая мука, хлеб пшеничный, хлеб пшенично-ржаной, органолептическая оценка, физико-химические показатели, минеральные вещества

**A.S. Kucher<sup>1</sup>, T.P. Trotskaya<sup>1</sup>, S.S. Anufrik<sup>2</sup>, S.N. Anuchin<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Scientific-Practical Center for Foodstuffs of NAS of Belarus, RUE, Minsk, Republic of Belarus;*<sup>2</sup>*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Republic of Belarus*

## **INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF AMARANTHIC FLOUR ON THE QUALITY OF BAKERY PRODUCTS**

**Annotation:** The introduction presents expediency of using amaranth flour in the technology of bakery products is justified with the aim of improving their quality indicators and improving the chemical composition. In the section “Materials and methods of research” the regulatory documentation is presented, on the basis of which specific properties of bread samples were established. The main part presents the results of the study of the effect of introducing amaranth flour in the formulations of two types of traditional bread - wheat and wheat-rye. In the products, the flour was changed to amaranth flour in quantities of 5, 10, 15, 20, 25 and 30 %. The results of the evaluation of organoleptic and physicochemical indicators of the quality of bakery products are presented and analyzed. The results of the tasting are presented in the form of profilograms of organoleptic indicators of the quality of bread prepared with the addition of amaranth flour. It has been established that it

is preferable to introduce amaranth flour into wheat-rye bread, since wheat products with amaranth are characterized by low consumer properties (appearance, crumb condition and crust, porosity). It is shown that bread with amaranth flour has a higher mass fraction of mineral substances in comparison with the control samples. The optimum level of substitution of a mixture of wheat – rye flour for amaranth flour is determined equal to 15 %, at which the best characteristics of the product are achieved. A technological scheme for the production of a bakery product with amaranth flour is described, which includes the combination of all the formulation ingredients, the preparation of the dough by a no-break method, its cutting, shaping and proofing of semi-finished products, baking and cooling of products. In conclusion, the practical significance of the work done is revealed.

**Keywords:** amaranth flour, wheat bread, wheat-rye bread, organoleptic evaluation, physicochemical parameters, mineral substances

**Введение.** В настоящее время в рационах питания населения наблюдается дефицит пищевых волокон, витаминов, микро- и макроэлементов, а также избыток потребления животных жиров и углеводов. В решении данной проблемы значительное влияние может оказать хлебопекарная промышленность, поскольку хлебобулочные изделия являются одними из широко потребляемых продуктов в мире, что обусловлено их доступностью и невысокой стоимостью. Продукты этой группы – источники энергии, растительного белка, пищевых волокон, витаминов, микро- и макроэлементов. Однако следует отметить, что усвояемость хлеба человеческим организмом зависит от ряда факторов: химический состав (содержание неперевариваемых веществ и микронутриентов), качество используемого сырья, физические свойства продукта (например, пористость мякиша).

Одним из способов повышения качества хлебобулочных изделий и совершенствования структуры питания белорусского населения является использование нетрадиционных видов сырья, содержащих сбалансированный комплекс нутриентов и обладающих высокими питательными и вкусовыми достоинствами. Введение нетрадиционных компонентов в рецептуру хлебобулочных изделий может способствовать совершенствованию качественного и количественного состава рациона питания человека и тем самым эффективно решать проблему профилактики различных заболеваний, улучшения трудоспособности и состояния здоровья людей.

Основным сырьем для производства хлеба является мука, дрожжи, соль и вода. Поэтому химический состав и свойства хлеба напрямую зависят от вида используемой муки. В хлебопечении наибольшей популярностью пользуются пшеничная и ржаная мука. Однако хлеба на их основе не всегда имеют оптимальный состав микронутриентов. Уникальными пищевыми свойствами характеризуется амарантовая мука.

Амарант – однолетнее растение семейства Амарантовых, рода Амарант (*Amaranthus*), привлекающее внимание в качестве пищевой, кормовой, технической и декоративной культуры. Главное превосходство амаранта над другими видами зерновых – высокое содержание незаменимой аминокислоты – лизина (в 2–2,5 раза больше, чем в пшенице и ржи), серосодержащих аминокислот, пищевых волокон, витамина С, кальция, магния и фосфора (табл. 1) [1].

Исследования амаранта, проводившиеся белорусскими и зарубежными учеными, указывают на перспективность его использования в сельском хозяйстве и пищевой промышленности, актуальность переработки семян амаранта с целью получения жирных кислот, полисахаридов, пищевых волокон и белковых продуктов из амаранта [2, 3]. Однако, несмотря на явные достоинства этого растения, оно находится еще на пути своего утверждения в качестве пищевого продукта. Так, например, физические свойства муки амаранта имеют значительные отличия от традиционных видов муки. Крахмал, составляющий основную массу амарантовой муки, имеет чрезвычайно мелкие гранулы (средний диаметр 1 мкм) и высокую водопоглощающую способность [4, 5], что влияет на качество хлебов и, соответственно, ограничивает ее использование в хлебопечении.

**Цель** – исследование влияния замены традиционных видов муки на амарантовую на качество хлебобулочных изделий.

**Материалы и методы исследований.** Для пробной выпечки хлеба использовали следующее сырье: мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта по ГОСТ 27669-88; мука хлебопекарная ржаная обдирная по ГОСТ 7045-90; мука амарантовая по ТУ 9293-006-18932477-2004; вода питьевая по СТБ 1188-99, СанПиН 10-124 РБ 99; дрожжи хлебопекарные быстродействующие по ГОСТ 28483-2015; соль поваренная пищевая по СТБ 1828-2008; масло растительное по ГОСТ 1129-93 [6–14].

Таблица 1. Химический состав различных видов муки  
Table 1. Chemical composition of various types of flour

Наименование нутриента	Содержание нутриентов в 100 г продукта		
	амарантовая мука	пшеничная мука	ржаная мука
Белки	13,56 г	13,00 г	9,90 г
Жиры	7,02 г	2,50 г	2,20 г
Углеводы	58,55 г	57,50 г	55,80 г
Пищевые волокна	6,7 г	11,30 г	16,40 г
Аргинин	1,06 г	0,63 г	0,52 г
Валин	0,68 г	0,58 г	0,46 г
Гистидин	0,39 г	0,28 г	0,20 г
Изолейцин	0,58 г	0,52 г	0,36 г
Лейцин	0,88 г	0,97 г	0,62 г
Лизин	0,75 г	0,34 г	0,37 г
Метионин	0,23 г	0,18 г	0,15 г
Треонин	0,56 г	0,37 г	0,30 г
Триптофан	0,18 г	0,14 г	0,13 г
Фениланин	0,54 г	0,62 г	0,45 г
Витамин В <sub>1</sub> (тиамин)	0,12 мг	0,37 мг	0,44 мг
Витамин В <sub>2</sub> (рибофлавин)	0,20 мг	0,10 мг	0,20 мг
Витамин В <sub>3</sub> (пантотеновая кислота)	1,46 мг	1,20 мг	1,00 мг
Витамин В <sub>6</sub> (пиридоксин)	0,59 мг	0,60 мг	0,41 мг
Витамин В <sub>9</sub> (фолаты)	82,00 мкг	46,00 мкг	55,00 мкг
Витамин РР (ниацин)	0,92 мг	4,90 мг	1,30 мг
Витамин Е (токоферол)	1,19 мг	3,40 мг	2,80 мг
Витамин С (аскорбиновая кислота)	4,20 мг	0 мг	0 мг
Калий	508,00 мг	325,00 мг	424,00 мг
Кальций	159,00 мг	62,00 мг	59,00 мг
Магний	248,00 мг	114,00 мг	120,00 мг
Натрий	4,00 мг	8,00 мг	4,00 мг
Фосфор	557,00 мг	368,00 мг	366,00 мг
Железо	7,61 мг	5,30 мг	5,40 мг
Селен	18,70 мкг	0 мкг	25,80 мкг

Качество хлебобулочных изделий оценивали по внешнему виду (форме, состоянию поверхности), цвету (окраске корки), характеру пористости (крупности и равномерности пор, толщине стенок пор), физико-механическим свойствам мякиша (сопротивлению мякиша нажиму пальцев рук), цвету мякиша, запаху, вкусу, разжевываемости.

Комплексную оценку качества хлебобулочных изделий определяли по органолептическим показателям при помощи универсальной системы, для которой используется 5-ти балльная шкала: 5 – отличное качество, 4 – хорошее, 3 – вполне удовлетворительное, 2 – удовлетворительное, 1 – неудовлетворительное.

Определение физико-химических показателей хлебобулочных изделий из пшеничной и смеси пшеничной и ржаной муки массой более 200 г проводили не ранее, чем через 3 ч после выемки из печи. Определение влажности мякиша – по ГОСТ 21094-75 [15]. Определение кислотности мякиша – по ГОСТ 5670-96 [16]. Определение пористости – по ГОСТ 5669-96 [17].

Определение плесневения хлеба осуществляли органолептическим методом. После выпечки хлеб охлаждали в течение 1,5–2,0 ч до температуры 18–22 °С, помещали в прозрачные полиэтиленовые пакеты и оставляли в термостате с температурой 24 °С. Образцы хлеба осматривали, не вынимая из пакетов, через 3, 4, 5, 6 и последующие сутки до появления роста видимых колоний плесневых грибов. После появления видимого роста плесеней фиксировали время с точностью до суток [18].

Количественное содержание микроэлементов в исследуемых образцах определяли при помощи рентгено-флуоресцентного метода, позволяющего получать данные о массовой доле 30 элементов в образце без предварительной сложной и длительной пробоподготовки, по ГОСТ 22261-82 [19].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В ходе исследований было изучено влияние амарантовой муки на органолептические и физико-химические свойства полученных образцов хлебобулочных изделий и установлена оптимальная дозировка обогащающего компонента.

Для внесения амарантовой муки были выбраны следующие виды хлеба: хлеб серый (пшенично-ржаной) и хлеб из пшеничной муки – рецептуры 474 и 475а Сборника технологических карт кондитерских и булочных изделий [20], соответственно.

При замесе хлеба пшеничного и ржано-пшеничного производили замену муки на амарантовую в количестве 5, 10, 15, 20, 25 и 30 % от массы пшеничной и смеси ржаной и пшеничной муки, соответственно. Во время проведения опыта вели наблюдение за процессом производства: фиксировали температура и время брожения, расстойки, выпечки теста, оценивали внешний вид продукта. После экспериментальной выпечки осуществляли оценочных показателей качества опытных образцов хлеба.

На начальном этапе качество изделий анализировали методом балловой оценки их органолептических свойств, так как, в первую очередь потребители воспринимают внешний вид изделий. Оценку проводили по пятибалльной шкале с учётом коэффициентов весомости с оценкой органолептических показателей (вкус, цвет, запах, состояние мякиша и внешний вид) от 1 до 5 баллов. Результаты, полученные в ходе дегустации хлебобулочных изделий, представлены на рис. 1 и 2.

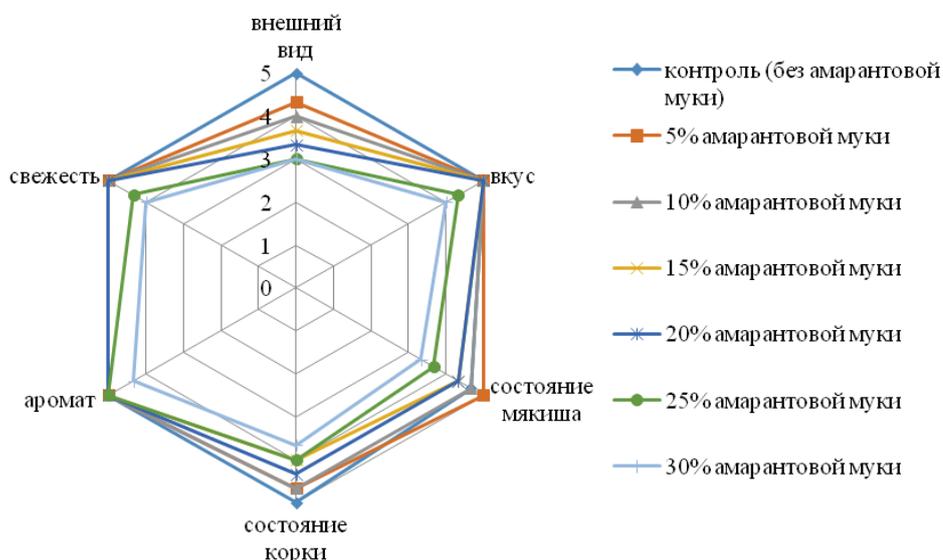


Рис. 1. Профилограмма органолептических показателей качества хлеба пшеничного, приготовленного с добавлением амарантовой муки

Fig. 1. Profilogram organoleptic indicators of the quality of wheat bread, prepared with the addition of amaranth flour

Контрольные образцы изделий из пшеничной муки характеризовались округлой формой, имели гладкую поверхность с небольшими трещинами, светло-желтую окраску корки и бледную мякиша, мякиш средней мягкости, свойственным данному виду изделий вкусом и запахом. Введение в рецептуру амарантовой муки в количестве 5 и 10 % ухудшало внешний вид хлеба. Изделия имели округлую форму, темную окраску мякиша и корки, равномерную пористость, приятный вкус и запах. Изделия, содержащие в своём составе амарантовую муку в количествах выше 15 %, характеризовались низкими потребительскими свойствами – имели темную нехарактерную для данного вида изделий окраску, поверхность с небольшими надрывами, достаточно плотный мякиш. Кроме того, при увеличении количества амарантовой муки изделия приобретали выраженный ореховый привкус.

Контрольные образцы хлеба серого характеризовались округлой формой, имели гладкую поверхность с небольшими трещинами, светло-коричневую окраску, мякиш средней мягкости, свойственным данному виду изделий вкусом и запахом. Введение амарантовой муки в рецептуру хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки в количествах 5–20 % практически не влияло на органолептические показатели качества хлебобулочных изделий. При добавлении амарантовой муки в количестве 25 и 30 % изделия приобретали более темную равномерную окраску, корка становилась более плотной.

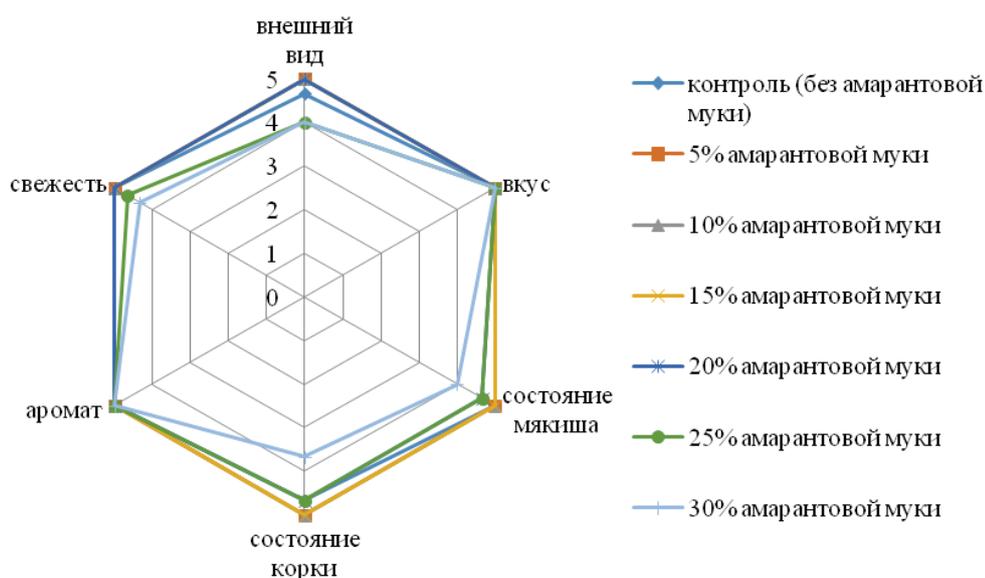


Рис. 2. Профилограмма органолептических показателей качества хлеба серого, приготовленного с добавлением амарантовой муки

Fig. 2. Profilogram of organoleptic indicators of the quality of gray bread, prepared with the addition of amaranth flour

По итогам оценки органолептических показателей качества изделий лидирующую позицию заняли образцы хлеба пшенично-ржаного, содержащие 5–20 % амарантовой муки. При этом стоит отметить, что их высокая общая оценка в большей степени определялась показателем «вкус». Изделия отличались гармоничным и приятным вкусом, характерным для данного вида изделий.

При оценке физико-химических показателей (табл. 2, табл. 3) установлено, что по мере увеличения количества вносимой амарантовой муки от 20% наблюдалось снижение пористости мякиша хлеба – на 1,2–3,4 %. Наибольшее изменение этого показателя отмечалось при максимальном внесении муки амарантовой. Влажность, кислотность и формоустойчивость мякиша во всех пробах образцах практически не изменялись.

Т а б л и ц а 2. Физико-химические показатели качества образцов хлеба пшенично-ржаного, содержащих амарантовую муку

Table 2. Physicochemical quality indicators of samples of wheat-rye bread containing amaranth flour

Показатель	Содержание амарантовой муки (в % к массе смеси ржаной и пшеничной муки)						
	контроль	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
Влажность мякиша, %	45,5±0,1	46,9±0,3	47,0±0,5	45,9±0,6	45,2±0,3	46,0±0,1	45,0±0,1
Кислотность мякиша, град	8,0±0,1	7,0±0,1	7,0±0,1	9,0±0,1	8,0±0,1	9,0±0,1	9,0±0,1
Пористость, %	42,2±0,3	42,3±0,4	41,0±0,6	46,3±0,3	40,4±0,5	40,9±0,8	40,4±0,4

Т а б л и ц а 3. Физико-химические показатели качества образцов хлеба пшеничного, содержащих амарантовую муку

Table 3. Physicochemical quality indicators of samples of wheat bread containing amaranth flour

Показатель	Содержание амарантовой муки (в % к массе пшеничной муки)						
	контроль	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %
Влажность мякиша, %	42,7±0,9	43,1±0,3	42,4±0,4	42,9±0,6	42,9±0,8	42,2±0,8	42,4±0,1
Кислотность мякиша, град	3,0±0,2	3,0±0,1	3,0±0,1	3,0±0,2	3,0±0,1	3,0±0,2	3,0±0,2
Пористость, %	65,8±0,7	65,6±0,5	64,5±0,2	64,0±0,2	63,0±0,2	62,4±0,2	60,5±0,2

Результаты оценки плесневения хлеба показали, что увеличение концентрации амарантовой муки в хлебе пшеничном и хлебе пшенично-ржаном замедляет рост плесневых грибов. Данный факт свидетельствует о том, что внесение амарантовой муки в изделия может способствовать замедлению процесса ретроградации крахмала и комплекса альфа-амилаз и тем самым увеличить сроки хранения продукта.

Результаты рентгено-флуорисцентного анализа свидетельствуют о возрастании содержания минералов в изделиях с ростом дозировки амарантовой муки (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Содержание минеральных веществ в образцах хлеба  
Table 4. Mineral content in bread samples

Содержание амарантовой муки	Содержание минеральных веществ, мкг/г продукта						
	Кальций	Медь	Селен	Марганец	Калий	Железо	Цинк
Хлеб пшеничный							
контроль	136,0±19,0	3,0±0,7	0,15±0,03	2,2±0,7	509,0±41,2	17,3±1,5	10,9±01,0
5 %	160,7±19,9	3,1±0,7	0,30±0,04	3,3±0,9	518,7±42,4	19,1±1,7	12,6±1,1
10%	161,7±20,3	4,8±0,9	0,73±0,66	4,3±1,1	577,9±45,6	23,6±1,8	13,2±1,1
15 %	179,5±23,0	5,6±1,1	0,81±0,07	4,6±1,2	574,6±47,9	31,9±2,3	13,3±0,2
20 %	370,3±33,7	7,5±1,1	1,19±0,09	7,3±1,5	1064,3±66,5	53,2±3,0	18,2±1,4
25 %	408,9±36,6	7,6±1,3	1,40±0,10	11,3±1,9	1364,9±77,7	80,7±3,8	23,8±1,7
30%	128,4±21,0	2,4±0,7	0,97±0,08	2,7±0,9	601,0±52,9	28,4±0,7	10,9±1,2
Хлеб серый							
контроль	175,9±20,4	3,3±0,7	0,48±0,06	6,3±1,2	768,7±49,5	28,3±2,2	25,0±1,5
5 %	217,6±24,8	4,4±0,9	1,32±0,09	6,5±1,4	1107,1±65,1	29,2±2,2	29,1±1,7
10%	293,5±32,6	6,7±1,4	1,23±0,09	9,1±1,8	1185,1±73,9	31,7±2,5	31,8±1,9
15 %	316,3±32,8	7,0±1,3	1,48±0,12	9,2±2,0	1406,1±79,3	31,8±2,8	31,8±2,0
20 %	363,3±34,7	11,8±1,6	1,60±0,11	10,7±1,9	1570,6±87,7	52,5±3,1	34,7±2,3
25 %	389,8±41,2	18,7±2,1	1,64±0,11	10,9±1,9	1557,0±95,7	52,8±3,3	42,5±2,3
30%	156,4±21,9	4,3±0,9	0,35±0,04	5,4±1,3	620,6±50,6	25,5±1,8	17,2±1,4

На основании проведенных исследований можно сказать, что пшенично-ржаной хлеб обладает лучшими свойствами, соответствующими требуемому уровню качеств, по сравнению с пшеничными изделиями. Поэтому представляется целесообразным замена 15 % муки пшеничной и ржаной на амарантовую добавку. При такой дозировке достигаются оптимальные характеристики показателей качества хлебобулочных изделий. При этом внесение амарантовой муки в хлебобулочные изделия существенно не влияет на технологические схемы производства, что позволяет производить обогащенные продукты, как на предприятиях малой мощности, так и на крупных хлебозаводах. Технологическая схема производства включает следующие этапы:

1. Подготовка сырья. Подготовка сырья осуществляется в соответствии со «Сборником технологических карт кондитерских и булочных изделий» [20].

2. Приготовление теста. Замес теста осуществлялся вручную. В промаркированную емкость вводились рецептурные ингредиенты, взвешенные на поверенных и клейменных весах. Амарантовая мука вводилась одновременно с пшеничной и ржаной мукой. Замес теста длится 5–10 мин. Замешанное тесто с начальной температурой  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  и влажностью  $45 \pm 3\%$  бродит в течение 30–40 мин.

3. Разделка теста. Выброженное тесто делят на куски массой 720 г с учётом упека и усушки и подвергают формованию.

4. Расстойка и выпечка тестовых заготовок. Расстойку тестовых заготовок осуществляют в течение 35–45 мин при температуре 35–40 °С. Расстоявшиеся тестовые заготовки выпекают в жарочном шкафу в течение 35–40 мин при температуре 200–220 °С.

5. Охлаждение. Охлаждение выпеченных изделий проводят при температуре 18–25 °С, относительная влажность воздуха 65–70 %.

**Выводы.** В результате проделанной работы можно говорить о том, что применение амарантовой муки в рецептуре хлеба пшенично-ржаного, может позволить увеличить пищевую ценность хлебобулочных изделий по дефицитным нутриентам, необходимым в питании человека. Также можно

отметить, что внесение амарантовой муки в рецептуру существенно повышает ценность хлебобулочных изделий по микронутриентам (кальций, медь, селен, марганец, калий, железо, цинк).

Наиболее приближенное к оптимальному сочетание факторов позволило установить количество амарантовой муки в хлебобулочных изделиях, которое должно составлять 15 % от массы смеси ржаной и пшеничной муки.

Результаты исследований дают возможность разработки и внедрения ее в производство пищевой продукции в соответствии с требованиями национальных и международных стандартов. Проведенные исследования актуальны, в первую очередь, для предприятий хлебопекарной отрасли. Теоретические и практические аспекты выполненной работы могут быть использованы в дальнейших исследованиях, направленных на разработку новых видов хлебобулочных изделий функционального назначения.

### Список использованных источников

1. IntelMeal: Питайтесь с умом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://intelmeal.ru/>. – Дата доступа: 12.03.2018.
2. Алексеева, Е.И. Физико-химическая характеристика сортов амаранта и их генетическая дифференциация. Труды Белорусского государственного университета. Серия: Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – Минск : издательский центр БГУ, 2010 – Т. 5. – № 2. – С. 127–133.
3. Breen W. / Food uses of amaranth grain. Cereal foods world. 1991.36: – С. 426–430.
4. Morita N., Woo-Won Kang, Hamauzu Z., Sugimoto. / Effect of Amaranth Flour on Some Properties of Wheat Dough and Bread. JAppl. Glycosci. 1999.46(1): – С. 23–30.
5. Аюо J. / The effect of amaranth grain flour on the quality of bread. J Food Prop. 2001.4(2): – С. 341–351.
6. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011. – Введ. 01.07.13. – Москва: Мин-во здравоохранения РФ, 2013. – 160 с.
7. Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба: ГОСТ 27669-88. – Введ. 01.07.89. – Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 9 с.
8. Мука ржаная хлебопекарная: ГОСТ 7045-90. – Введ. 01.07.91. – Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. – 3 с.
9. Мука семян амаранта. Технические условия: ТУ 9293-006-18932477-2004. – Введ. 13.10.04. – Москва: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 8 с.
10. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества: СТБ 1188-99. – Введ. 30.12.99. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2000. – 24 с.
11. Санитарные правила и нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»: СанПиН 10-124 РБ 99. – Введ. 09.10.99. – Минск : Мин-во здравоохранения РБ, 2000. – 114 с.
12. Дрожжи хлебопекарные сушеные. Технические условия: ГОСТ 28483-2015. – Введ. 01.09.17. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2017. – 20 с.
13. Соль каменная поваренная пищевая. Технические условия: СТБ 1828-2008. – Введ. 01.05.08. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2008. – 26 с.
14. Масло подсолнечное. Технические условия: ГОСТ 1129-93. – Введ. 01.01.96. – Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2000. – 18 с.
15. Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности: ГОСТ 21094-75. – Введ. 01.07.76. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2016. – 8 с.
16. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности: ГОСТ 5670-96. – Введ. 01.01.98. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2006. – 8 с.

17. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости:ГОСТ 5669-96. – Введ. 01.08.97. – Минск : Гос. комитет по стандартизации РБ, 2010. – 4 с.
18. Поландова, Р.Д. Инструкция по предупреждению картофельной болезни хлеба / Р.Д. Поландова, Т.Г. Богатырева, О.А. Сидорова. – Москва : Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ, 1998. – 31 с.
19. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия:ГОСТ 22261-82. – Введ. 01.01.96. – Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус.гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 30 с.
20. Сборник технологических карт кондитерских и булочных изделий: для торговых объектов общественного питания / М-во торговли Респ. Бела-русь, НИЦ Бел. ассоциации кулинаров; [сост. В.Ф. Ерофеевко и др.]. – Минск: НИЦ-БАК, 2014. – 735 с.

### References

1. IntelMeal: Pitaites' sumom [IntelMeal: Eat with the Mind]; [Electronic resource].
2. Alekseeva E.I. Fiziko-khimicheskaia kharakteristika sortov amaranta i ikh geneticheskaiia diffirentsiatsiia [The physical and chemical characteristics of amaranth varieties and their genetic differentiation], 2010, vol. 5, no. 2, pp. 127–133.
3. Breen W. Food uses of amaranth grain [Food uses of amaranth grain], 1991, vol. 39, pp. 426–430.
4. Morita N., Woo-Won Kang, Hamazu Z., Sugimoto. Effect of Amaranth Flour on Some Properties of Wheat Dough and Bread [Effect of Amaranth Flour on Some Properties of Wheat Dough and Bread], 1999, vol. 46, no. 1, pp. 23–30.
5. Ayo J. The effect of amaranth grain flour on the quality of bread [The effect of amaranth grain flour on the quality of bread], 2001, vol. 4, no. 2, pp. 341–351.
6. O bezopasnosti pishhevoj produkcii: TR TS 021/2011 [On the safety of food products: TR TS 021/2011], Moscow, 2013, 160 p.
7. Muka pshenichnaja hlebopekarnaja. Metod probnoj laboratornoj vypechki hleba: GOST 27669-88. [Flour wheaten baking. The method of trial laboratory baking bread: GOST 27669-88], Moscow, 2007, 9 p.
8. Muka rzhanaia hlebopekarnaja: GOST 7045-90 [Flour rye bakery: GOST 7045-90], Moscow, 2000, 3 p.
9. Muka semjan amaranta. Tehnicheskie uslovija: TU 9293-006-18932477-2004 [Flour of amaranth seed. Technical specifications: TU 9293-006-18932477-2004], Moscow, 2010, 8 p.
10. Vodapit'evaja. Obshhie trebovanija k organizacii i metodam kontrolja kachestva: STB 1188-99 [Drinking water. General requirements for organization and methods of quality control: STB 1188-99], Minsk, 2000, 24 p.
11. Sanitarnye pravila i normy "Pit'evaja voda. Gigienicheskie trebovanija k kachestvu vodovodovodocentralizovannyh sistem pit'evogovodosnabzhenija. Kontrol' kachestva": SanPiN 10-124 RB 99 [Sanitary rules and norms "Drinking water: Hygienic requirements for water quality of centralized drinking water supply systems: Quality control": SanPiN 10-124 RB 99], Minsk, 2000, 114 p.
12. Drozhzhi hlebopekarnye sushenye. Tehnicheskie uslovija: GOST 28483-2015 [Bakery dried yeast. Technical conditions: GOST 28483-2015], Minsk, 2017, 20 p.
13. Sol' kamennaja povarennaja pishhevaja. Tehnicheskie uslovija: STB 1828-2008 [Salt stone cooked food. Technical specifications: STB 1828-2008], Minsk, 2008, 26 p.
14. Maslo podsolnechnoe. Tehnicheskie uslovija: GOST 1129-93 [Sunflower-seed oil. Specifications: GOST 1129-93], Moscow, 2000, 18 p.
15. Khleb i khlebobulochnye izdeliia. Metod opredeleniia vlazhnosti: GOST 21094-75 [Bread and bakery products. Method for determination of humidity: GOST 21094-75], Minsk, 2016, 8 p.
16. Khlebobulochnye izdeliia. Metody opredeleniia kislotnosti: GOST 5670-96 [Bakery products. Methods for determination of acidity: GOST 5670-96], Minsk, 2006, 8 p.
17. Khlebobulochnye izdeliia. Metod opredeleniia poristosti: GOST 5669-96 [Bakery products. Method for determination of porosity: GOST 5669-96], Minsk, 2010, 4 p.

18. Polandova R.D. Instruksiiia po preduprezhdeniiu kartofel'noi bolezni khleba [Instructions for the Prevention of Potato Bread Disease], Moskva, 2015, 24 p.
19. Sredstva izmerenijj elektricheskikh i magnitnykh velichin. Obshhietehnicheskie uslovija: GOST 22261-82 [Means of measuring electrical and magnetic quantities. General specifications: GOST 22261-82], Moscow, Ministerstvo sel'skogo khoziaistva i prodovol'stviia RF, 1998, 31 p.
20. Sbornik tehnologicheskikh kart konditerskikh i bulochnykh izdelij dlja torgovykh obektov obshhestvennogo pitaniia [A collection of technological charts of confectionery and bakery products for commercial catering facilities], Minsk, OOO SIC-BAK, 2014, 735 p.

#### Информация об авторах

*Кучер Анастасия Сергеевна* – аспирант отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (БЛК, 50, каб. 404, 230009, г. Гродно, Республика Беларусь).

E-mail: kucher\_as@grsu.by

*Троцкая Таисия Павловна* – профессор, доктор технических наук, главный научный сотрудник отдела питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (БЛК, 50, каб. 403, 230009, г. Гродно, Республика Беларусь). E-mail: trotskayataya@mail.ru

*Ануфрик Славомир Степанович* – профессор, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической физики и теплотехники УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы» (Социалистическая, 12, каб. 14, 230009, г. Гродно, Республика Беларусь). E-mail: anufrick@grsu.by

*Анучин Сергей Николаевич* – аспирант кафедры теоретической физики и теплотехники УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы» (БЛК, 5, каб. 218, 230009, г. Гродно, Республика Беларусь). E-mail: Anuchin\_SN\_15@student.grsu.by

#### Information about authors

*Kucher Anastasiya Sergeevna* –graduate of RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffsof the National Academy of Sciences of Belarus» (BLK, 50, office 404, 230009, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: kucher\_as@grsu.by

*Trotskaya Taisiya Pavlovna* – Professor, Ph.D. (Technical), Chief Researcher of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food»(BLK, 50, office 403, 230009, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: trotskayataya@mail.ru

*Anufric Slavomir Stepanovich* – Professor, Ph.D. (Physics and mathematics), Professor of the Department of Theoretical Physics and Heat Engineering, Yanka Kupala State University of Grodno (Socialisticheskaya st., 12, office 14, 230009, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: anufrick@grsu.by

*Anuchin Sergey Nikolaevich* – graduate of the Department of Theoretical Physics and Heat Engineering, Yanka Kupala State University of Grodno (BLK, 5, office 218, 230009, Grodno, Republic of Belarus). E-mail: Anuchin\_SN\_15@student.grsu.by

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

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОГО ДОЗРЕВАНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАСЛОСЕМЯН РАПСА И ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ ПРИ ПОСЛЕДУЮЩЕМ ХРАНЕНИИ**

**Аннотация:** Увеличение производства растительных масел обуславливает необходимость дальнейшего совершенствования технологии хранения масличного сырья. Известно, что формирование технологического качества масличного сырья тесно связано с его морфологическими особенностями, а также с особенностями биохимических процессов протекающих в семенах в зависимости от внешних условий и фазы их развития. В статье изложены сравнительные результаты исследований динамики качественных показателей маслосемян рапса и горчицы сарептской, прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание в процессе хранения.

**Ключевые слова:** маслосемена, рапс, горчица сарептская, послеуборочное дозревание, хранение

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

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

## **STUDY OF THE INFLUENCE OF POSTHARVEST RIPENING ON THE QUALITY PARAMETERS OF RAPESEED AND SEED OF BROWN MUSTARD AT THE SUBSEQUENT STORAGE**

**Abstract:** The increase in the production of vegetable oils necessitates the further improvement of the technology of storing oilseeds. It is known that the formation of the technological quality of oilseeds is closely related to its morphological characteristics, as well as to the characteristics of the biochemical processes occurring in the seeds, depending on the external conditions and the phase of their development. The article contains comparative results of studies of the dynamics of qualitative indicators of rapeseed and seed of brown mustard, which passed and not passed post-harvest ripening in the process of storage.

**Keywords:** oilseeds, rapeseed, brown mustard, postharvest ripening, storage

Качество масложировой продукции в первую очередь определяется химическим составом и качеством перерабатываемых масличных семян. В процессе формирования и созревания на растении семена проходят четыре основные фазы развития: эмбриональную, растяжения тканей, накопления запасных веществ и фазу созревания [1].

Окончание фазы накопления запасных веществ соответствует достижению семенами уборочной спелости, после чего их можно использовать в качестве масличного сырья. Морфологически созревание семян к этому времени практически завершается. Однако биохимические процессы протекают еще достаточно интенсивно и могут, в зависимости от внешних условий, привести к глубоким качественным изменениям в семенах. Таким образом, свежесобранная семенная масса характеризуется незавершенностью созревания и в результате этого неустойчивостью к воздействию внешних неблагоприятных факторов при последующем хранении [1].

Основные технологические операции послеуборочной обработки семян, поступающих на маслодобывающие предприятия, такие как очистка, временное хранение влажных семян и сушка, во многих случаях не позволяют достичь семенам состояния физиологической зрелости. Как следствие, получаемое из них масло, характеризуется низким качеством. Оно отличается высоким содержанием

ем хлорофиллов, что затрудняет их последующую рафинацию, повышенными значениями кислотного и перекисного числа, что сказывается на снижении их гидролитической и окислительной устойчивости. Полная физиологическая зрелость наступает через некоторое время в процессе его хранения. Промежуток времени между наступлением у семян технической спелости (готовности к уборке) и достижением ими физиологической зрелости называется периодом послеуборочного дозревания. На этой стадии в семенах продолжают протекать те биохимические процессы, которые начались при его созревании. По окончании послеуборочного дозревания технологические свойства и жизнеспособность семян улучшаются: уменьшается влажность, увеличивается выход масла, снижается кислотное число, значительно повышается их всхожесть и энергия прорастания [2]. Кроме изменения посевных и технологических свойств в период послеуборочного дозревания протекают биохимические процессы, приводящие к снижению интенсивности дыхания и активности ферментов. Маслосемена становятся физиологически зрелыми и вступают в состояние покоя.

Таким образом, целью послеуборочного дозревания является создание условий, оптимальных для протекания биохимических процессов, направленных на улучшение технологических свойств семян.

Большинство исследований процессов послеуборочного дозревания и хранения проводилось на семенах подсолнечника [3–9]. Основной же масличной культурой в Республике Беларусь является рапс [10, 11]. В последнее время возрос интерес еще к одной масличной культуре из семейства крестоцветных – горчице сарептской [12]. Данные по вопросу послеуборочного дозревания семян горчицы сарептской и маслосемян рапса встречаются разрозненные и несистематичные. Таким образом, исследование влияния послеуборочного дозревания на показатели качества маслосемян рапса и горчицы сарептской при последующем хранении является актуальным и перспективным направлением.

С целью изучения динамики изменения биохимического состава и физиологических показателей маслосемян в процессе хранения исследуемые образцы семян, прошедшие и не прошедшие стадию послеуборочного дозревания, хранили в течение 12 мес. в искусственно созданных условиях, соответствующих наиболее благоприятным условиям хранения: температура хранения –  $5,0 \pm 2$  °С, относительная влажность –  $60 \pm 2$  %.

Методика проведения эксперимента состоит в следующем: в плотно закрывающийся контейнер наливают 72 % раствор глицерина и аккуратно вставляют туда сетчатый поддон так, чтобы он не касался раствора. Закрытый контейнер выдерживают в холодильнике при температуре  $5 \pm 2$  °С не менее 24 ч. Относительная влажность воздуха внутри контейнера при этом составляет  $60 \pm 2$  % [13]. Концентрацию водного раствора глицерина контролируют по его показателю преломления. После суточной выдержки в контейнер помещают навеску семян и выдерживают при температуре  $5 \pm 2$  °С в течение необходимого срока хранения. В соответствии со схемой эксперимента исследуемые семена достают из контейнера и подвергают анализу.

Данный метод позволяет моделировать необходимые условия хранения и тем самым производить быструю и эффективную оценку качества семян в строго контролируемых лабораторных условиях.

Динамику показателей качества маслосемян и извлеченного из них масла исследовали каждые 10 дней. Основными анализируемыми показателями, характеризующими качество маслосемян, поступающих на переработку и хранение, являлись масличность (М), влажность (W), а также кислотное (КЧ) и перекисное (ПЧ) числа содержащегося в них масла [14–17].

В ходе работы также определяли содержание в масличных семенах пигментов (каротиноидов (КР) и хлорофиллов (ХЛ) – неомыляемых липидов, обуславливающих окраску масел, а также изменение удельной активности гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов – липазы и липоксигеназы (Ал, Ало), оказывающих непосредственное влияние на динамику КЧ и ПЧ [18–22].

Результаты исследования изменения качественных и биохимических показателей маслосемян рапса и горчицы сарептской, прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, за 12 мес. хранения приведены в табл. 1–4.

Результаты исследований показали, что с 9 по 12 мес. хранения у всех исследуемых образцов продолжается снижение масличности вследствие дыхания семян, в результате чего к концу анализируемого периода она снизилась на 0,02–0,04 %.

По сравнению с исходными показателями (с поля) в семенах, не прошедших созревание, к концу исследований отмечается потеря в масличности на уровне 1,5 % (семена горчицы) – 2,1 % (семена рапса) (рис. 1).

**Таблица 1. Динамика качественных и биохимических показателей семян горчицы сарептской, прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения**  
**Table 1. Dynamics of qualitative and biochemical indicators of seed of brown mustard which passed post-harvest ripening in the process of storage**

Срок хранения, сут.	Показатель							
	W, %	M, %	КЧ, мг КОН/г	ПЧ, ммоль (S O)/кг	A <sub>т</sub> , мгКОН/г·ч	A <sub>30</sub> , мЭКВ/г·мин	ХЛ, мг/кг	КР, мг/кг
0	7,12	28,80	1,30	0,50	0,023	0,0072	3,41	46,59
30	7,90	28,85	1,36	0,51	0,026	0,0072	3,38	46,62
60	7,90	28,80	1,49	0,56	0,030	0,0080	3,32	46,65
90	7,90	28,80	1,63	0,62	0,034	0,0090	3,30	46,71
120	7,90	28,78	1,77	0,67	0,036	0,0096	3,30	46,70
150	7,90	28,70	1,85	0,71	0,042	0,0100	3,30	46,55
180	7,90	28,57	1,92	0,75	0,049	0,0103	3,31	46,42
210	7,90	28,40	2,00	0,77	0,057	0,0108	3,25	46,22
240	7,90	27,95	2,07	0,78	0,064	0,0110	3,20	45,76
270	7,90	27,59	2,12	0,79	0,068	0,0113	3,10	45,49
285	7,90	27,59	2,25	0,83	0,074	0,0117	3,10	45,17
300	7,90	27,59	2,33	0,87	0,081	0,0121	3,10	44,91
315	7,90	27,59	2,38	0,91	0,086	0,0123	3,10	44,65
330	7,90	27,57	2,47	0,97	0,090	0,0128	3,10	44,33
345	7,90	27,57	2,54	1,00	0,097	0,0133	3,10	44,17
360	7,90	27,57	2,66	1,03	0,100	0,0139	3,10	43,97

**Таблица 2. Динамика качественных и биохимических показателей семян горчицы сарептской, не прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения**  
**Table 2. Dynamics of qualitative and biochemical indicators of seed of brown mustard which not passed post-harvest ripening in the process of storage**

Срок хранения, сут.	Показатель							
	W, %	M, %	КЧ, мг КОН/г	ПЧ, ммоль (S O)/кг	A <sub>т</sub> , мгКОН/г·ч	A <sub>30</sub> , мЭКВ/г·мин	ХЛ, мг/кг	КР, мг/кг
0	12,7	27,50	1,95	0,97	0,038	0,0130	4,51	44,43
30	10,2	27,72	2,07	0,99	0,040	0,0130	4,51	44,41
60	8,2	27,90	2,25	1,26	0,049	0,0158	4,51	44,38
90	7,9	27,95	2,81	1,81	0,061	0,0209	4,50	44,35
120	7,9	27,87	3,21	2,04	0,071	0,0220	4,50	44,20
150	7,9	27,76	3,49	2,17	0,081	0,0227	4,50	44,11
180	7,9	27,63	3,80	2,32	0,096	0,0234	4,50	43,94
210	7,9	27,25	4,27	2,47	0,113	0,0244	4,48	43,21
240	7,9	26,75	4,56	2,59	0,127	0,0251	4,42	42,53
270	7,9	26,06	5,10	2,68	0,143	0,0258	4,33	41,84
285	7,9	26,06	5,39	2,76	0,156	0,0264	4,32	41,56
300	7,9	26,06	5,70	2,85	0,167	0,0272	4,31	41,42
315	7,9	26,04	5,87	2,96	0,178	0,0277	4,29	41,29
330	7,9	26,04	6,13	3,13	0,189	0,0284	4,29	41,17
345	7,9	26,03	6,25	3,25	0,202	0,0291	4,27	41,07
360	7,9	26,03	6,49	3,50	0,215	0,0297	4,26	40,98

**Таблица 3. Динамика качественных и биохимических показателей семян рапса, прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения**  
**Table 3. Dynamics of qualitative and biochemical indicators of rapeseed which passed post-harvest ripening in the process of storage**

Срок хранения, сут.	Показатель							
	W, %	M, %	КЧ, мг КОН/г	ПЧ, ммоль (SO)/кг	A <sub>p</sub> , мгКОН/г·ч	A <sub>ло</sub> , мЭКВ/г·мин	ХЛ, мг/кг	КР, мг/кг
0	6,1	42,69	1,53	1,01	0,018	0,0120	10,09	20,05
30	7,2	42,67	1,59	1,05	0,022	0,0125	9,97	20,05
60	7,2	42,60	1,75	1,45	0,027	0,0155	9,94	20,10
90	7,2	42,64	1,87	1,71	0,031	0,0175	9,95	20,15
120	7,2	42,54	2,01	1,89	0,036	0,0185	9,95	19,98
150	7,2	42,46	2,12	2,03	0,044	0,0197	9,94	19,53
180	7,2	42,43	2,23	2,12	0,052	0,0201	9,94	19,25
210	7,2	42,00	2,36	2,19	0,065	0,0214	9,82	18,80
240	7,2	41,75	2,45	2,30	0,079	0,0220	9,70	18,33
270	7,2	41,38	2,57	2,47	0,086	0,0226	9,64	17,90
285	7,2	41,38	2,98	2,54	0,095	0,0235	9,64	17,90
300	7,2	41,37	3,43	2,61	0,107	0,0248	9,63	17,86
315	7,2	41,37	3,91	2,68	0,121	0,0257	9,63	17,86
330	7,2	41,37	4,59	2,79	0,132	0,0269	9,62	17,83
345	7,2	41,35	5,35	2,89	0,140	0,0280	9,62	17,81
360	7,2	41,34	5,83	2,98	0,149	0,0300	9,62	17,81

**Таблица 4. Динамика качественных и биохимических показателей семян рапса, не прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения**  
**Table 4. Dynamics of qualitative and biochemical indicators of rapeseed which not passed post-harvest ripening in the process of storage**

Срок хранения, сут.	Показатель							
	W, %	M, %	КЧ, мг КОН/г	ПЧ, ммоль (SO)/кг	A <sub>p</sub> , мгКОН/г·ч	A <sub>ло</sub> , мЭКВ/г·мин	ХЛ, мг/кг	КР, мг/кг
0	11,3	41,00	3,70	2,38	0,046	0,026	15,25	18,09
30	9,2	41,31	3,85	2,56	0,047	0,028	15,26	18,06
60	7,7	41,52	4,19	4,35	0,067	0,046	15,25	18,01
90	7,2	41,82	4,88	7,49	0,084	0,073	15,21	17,95
120	7,2	41,76	5,56	8,63	0,117	0,078	15,21	17,65
150	7,2	41,73	5,86	9,33	0,137	0,082	15,21	17,16
180	7,2	41,65	6,15	9,71	0,150	0,084	15,21	16,79
210	7,2	40,82	6,56	10,05	0,189	0,089	15,15	16,37
240	7,2	39,72	7,15	10,23	0,225	0,093	15,08	15,78
270	7,2	38,89	7,86	10,62	0,272	0,096	14,98	15,30
285	7,2	38,89	8,55	10,81	0,305	0,100	14,92	15,19
300	7,2	38,89	9,79	10,99	0,345	0,102	14,86	15,13
315	7,2	38,87	10,53	11,10	0,369	0,105	14,81	15,09
330	7,2	38,87	11,37	11,21	0,410	0,106	14,75	15,04
345	7,2	38,86	12,08	11,43	0,445	0,109	14,70	14,99
360	7,2	38,85	12,93	11,69	0,509	0,110	14,67	14,93

В тоже время семена, прошедшие дозревание, по уровню маслячности превосходят исходные показатели на 0,07–0,3 % соответственно.

При хранении и переработке маслячных семян наиболее важными с точки зрения влияния на качество получаемых продуктов являются исследование протекания гидролитических и окислительных процессов, катализируемых соответствующими ферментами.

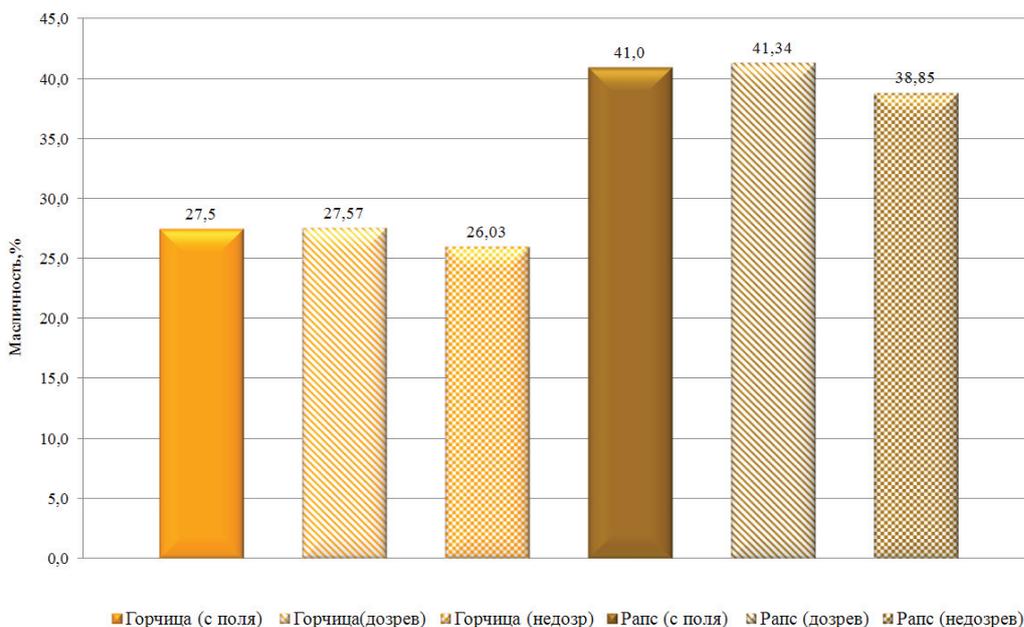


Рис. 1. Изменение масличности маслосемян, прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, по сравнению с исходными показателями через 12 мес. хранения  
 Fig. 1. Changes in the oil content of oilseeds which passed and not passed post-harvest ripening compared with the initial indicators through 12 months of storage

Исследования показали, что по сравнению с исходными показателями (с поля) во всех семенах к концу хранения наблюдается ухудшение их качественных показателей (рис. 2).

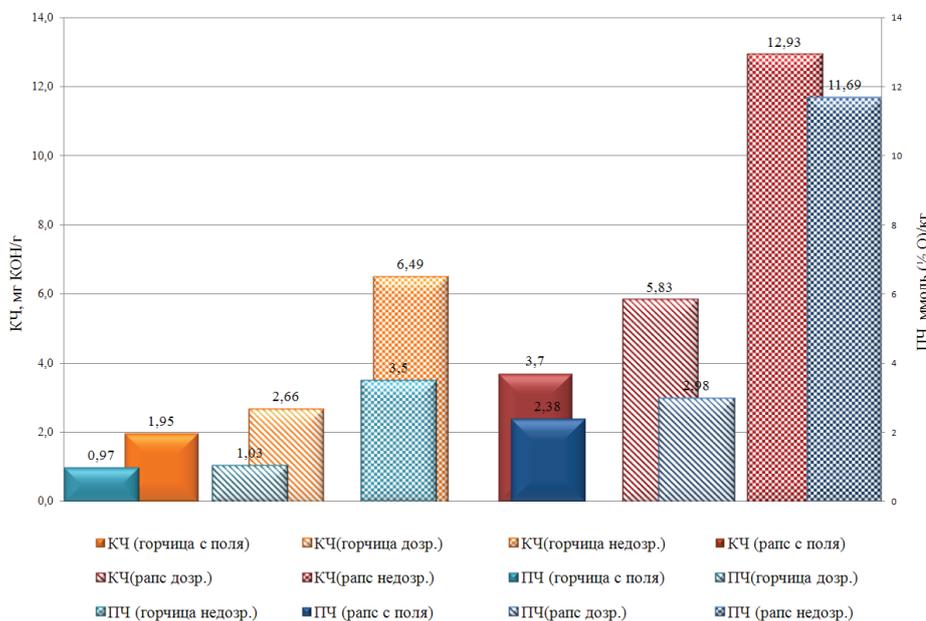


Рис. 2. Изменение кислотного и перекисного числа масел, полученных из маслосемян, прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, по сравнению с исходными показателями через 12 мес. хранения  
 Fig. 2. Changes in the acid value and peroxide value of oils obtained from oilseeds which passed and not passed post-harvest ripening compared with the initial indicators through 12 months of storage

При этом следует отметить, что масла из семян, прошедших дозревание, характеризуются незначительным увеличением кислотного и перекисного числа: кислотное число масла в семенах горчицы

сарептской увеличилось в 1,36 раза, в семенах рапса – в 1,57 раза; перекисное число – в 1,06 и 1,25 раза соответственно, поэтому к концу хранения семена отличаются приемлемыми показателями качества.

В маслах из семян, не прошедших дозревание, к концу исследований отмечается значительный, по сравнению с исходными, прирост кислотного (в 3,3–3,5 раза) и перекисного (в 3,6–4,9 раза) числа.

При этом наиболее значительные изменения наблюдаются в динамике кислотного числа масла в семенах рапса с 9 по 12 мес. хранения (рис. 3).

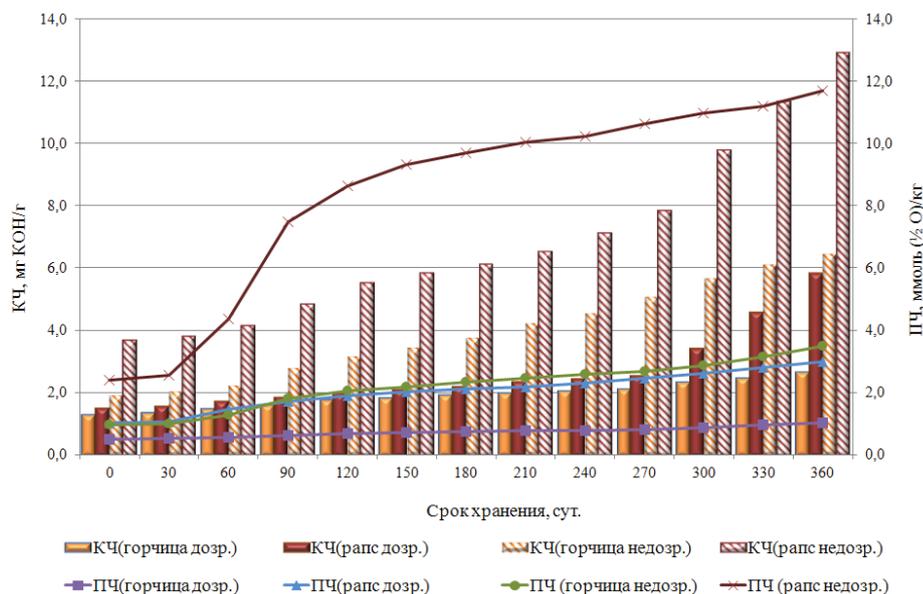


Рис. 3. Динамика кислотного и перекисного числа масел, полученных из маслосемян, прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения  
 Fig. 3. Dynamics of acid value and peroxide value of oils obtained from oilseeds which passed and not passed post-harvest ripening in the process of storage

Исходя из динамики кислотного числа следует, что при температуре хранения  $5,0 \pm 2^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха –  $60 \pm 2\%$  семена горчицы, не прошедшие созревания, могут безопасно храниться на протяжении 6 мес., семена рапса – только лишь 1 мес. Позже данные семена годятся только для переработки на масло для технических целей.

Семена рапса, прошедшие послеуборочное созревание, при этих же условиях хранения годны для переработки на пищевые цели на протяжении 10 мес.

Масло семян горчицы к концу исследования имело кислотное число на уровне 2,66 мг КОН/г, что значительно меньше показателя, установленного руководящими нормативными документами (не более 4 мг КОН/г). Таким образом, срок хранения семян горчицы, прошедших послеуборочное дозревание, составляет не менее одного года при температуре хранения  $5,0 \pm 2^\circ\text{C}$  и относительной влажности воздуха –  $60 \pm 2\%$ .

Исследования активности гидролитических и окислительных ферментов, показало, что семена, не прошедшие дозревания, вполне обоснованно характеризуются повышенной активностью катализирующих данные реакции ферментов (рис. 4, 5).

Так активность липазы в семенах горчицы сарептской, не прошедших послеуборочное созревание, к концу исследований в 5,6 раза выше по сравнению с исходными показателями (с поля), у рапса активность фермента выше в 11,06 раза (рис. 6).

Активность липогеназы выше в 2,3 и 4,2 раза соответственно.

Содержание каротиноидов во всех образцах масла из семян, подвергшихся послеуборочному дозреванию, к концу хранения снизилось незначительно (на 1,0–1,5 %). В маслах из семян, не прошедших стадию дозревания, отрицательная динамика выражена больше: по сравнению с исходными семенами содержание каротиноидов в масле из семян горчицы к концу хранения уменьшилось на 7,8 %, в масле из семян рапса – на 17,5 %, что можно объяснить большей активностью липоксигеназы в данных семенах.

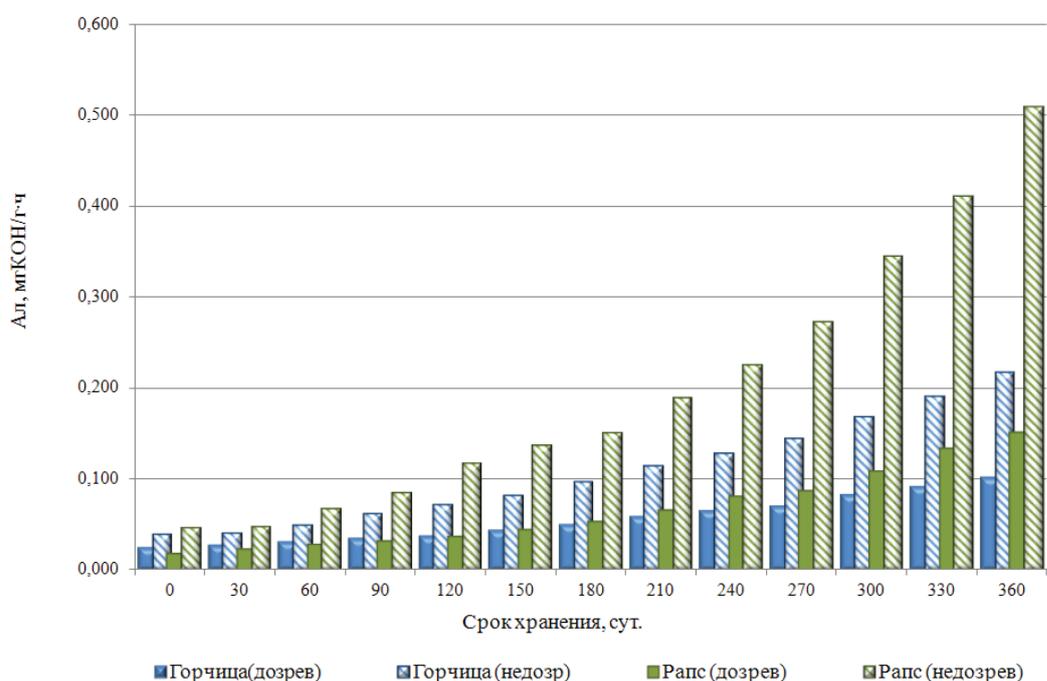


Рис. 4. Динамика активности липазы маслосемян, прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения

Fig. 4. Dynamics of lipase activity of oilseeds which passed and not passed post-harvest ripening in the process of storage

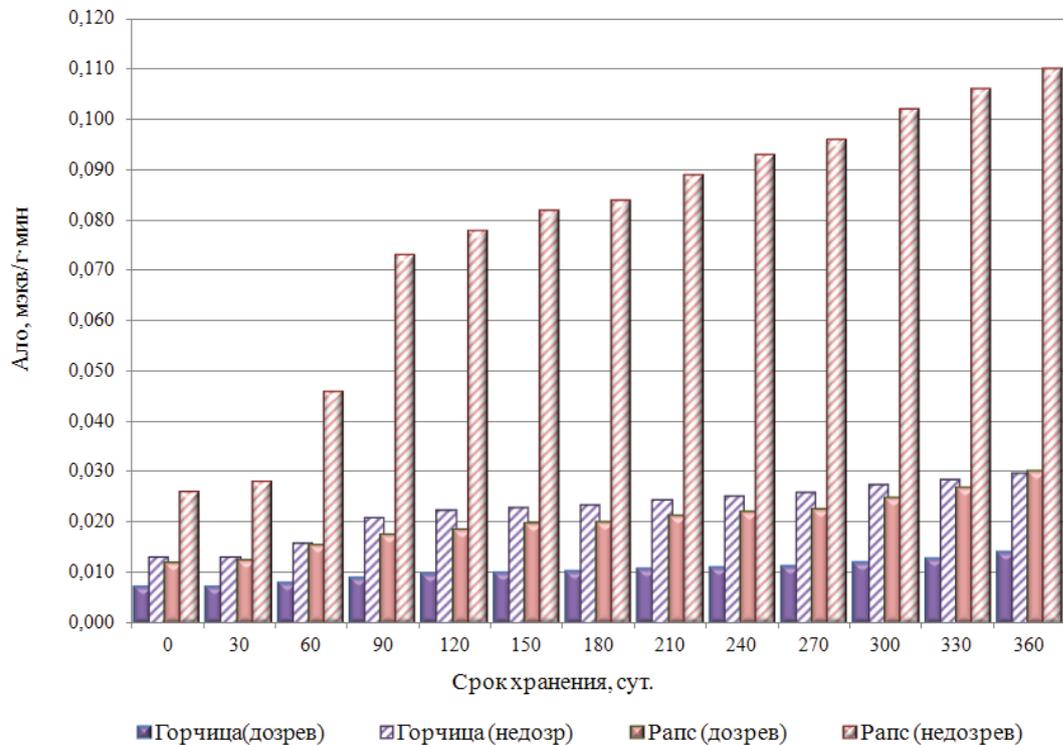


Рис. 5. Динамика активности липоксигеназы маслосемян, прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения

Fig. 5. Dynamics of lipoxygenase activity of oilseeds which passed and not passed post-harvest ripening in the process of storage

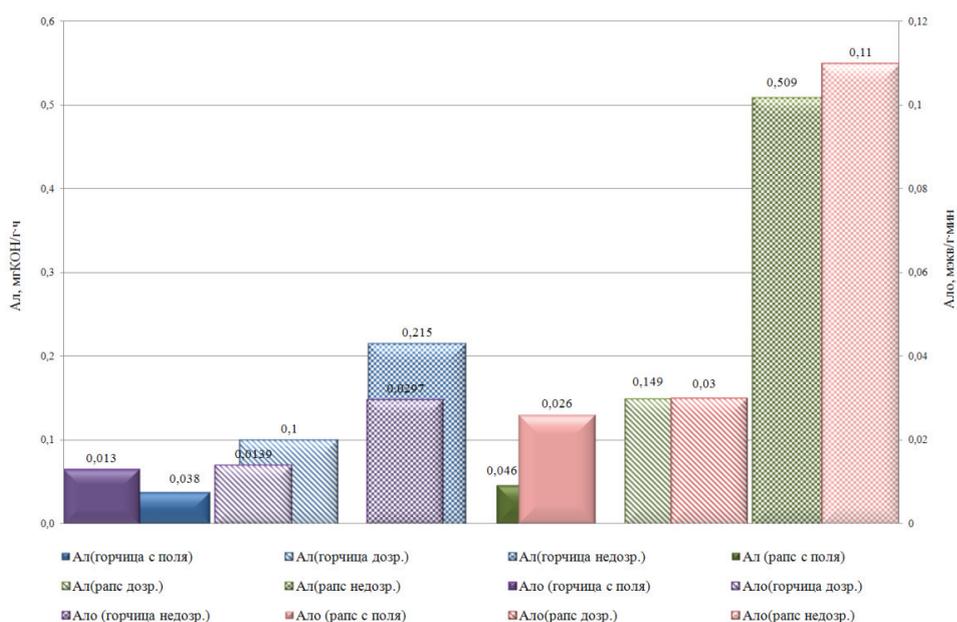


Рис. 6. Изменение активности ферментов маслосемян, прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, по сравнению с исходными показателями через 12 мес. хранения  
 Fig. 6. Changes in the activity of the enzymes of oilseeds which passed and not passed post-harvest ripening compared with the initial indicators through 12 months of storage

Значительное снижение содержания хлорофиллов (на 31,3–36,9 %) отмечалось в маслах исследуемых образцов семян только в период послеуборочного дозревания при температуре 20 °С (рис. 7).

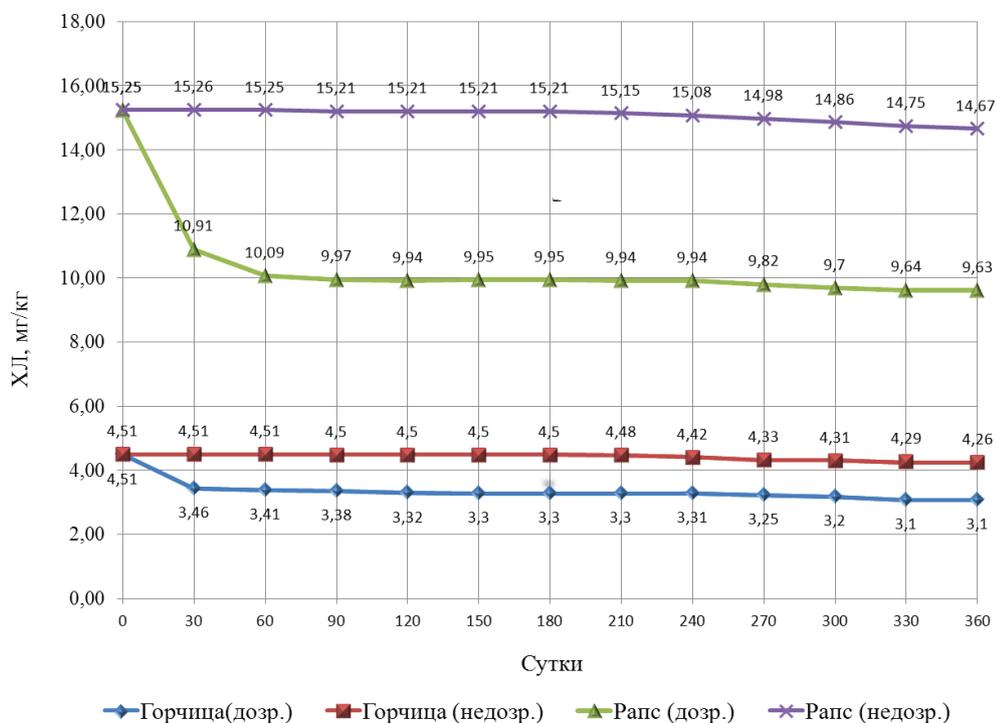


Рис. 7. Изменение содержания хлорофиллов в маслах, полученных из маслосемян, прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, по сравнению с исходными показателями через 12 мес. хранения  
 Fig. 7. Change in the content of chlorophylls in oils obtained from oilseeds which passed and not passed post-harvest ripening compared with the initial indicators through 12 months of storage

В условиях хранения при 5 °С содержание хлорофиллов снижается лишь на 5,57 % (горчица) и на 3,8 % (рапс).

Все эти результаты подтверждают, что направленность биохимических изменений при послеуборочном дозревании маслосемян аналогична процессам в семенах, созревающих на растении, и только в период послеуборочного дозревания семя достигает своей физиологической зрелости.

Таким образом, анализ показателей качества и биохимических процессов, протекающих в масличных семенах в ходе их послеуборочного дозревания и хранения, позволяет выделить следующие периоды, отличающиеся по характеру протекания этих процессов:

- ♦ период послеуборочного дозревания, характеризующийся снижением влажности, возрастанием масличности семян, снижением величины кислотного и перекисного чисел вследствие снижения уровня активности ферментов и значительным снижением содержания хлорофиллов;
- ♦ период начального хранения, характеризующийся относительной стабилизацией всех исследуемых показателей: влажности, масличности, содержания пигментов, кислотного и перекисного числа, активности гидролитических и окислительных ферментов;
- ♦ основной период хранения, характеризующийся постепенным снижением масличности, вследствие дыхания семян, возрастанием активности липазы и липоксигеназы, приводящим к увеличению кислотных и перекисных чисел масла и снижению содержания каротиноидов.

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

Таким образом, для получения высококачественной масложировой продукции масличные семена должны обязательно пройти процесс дозревания в специально созданных условиях, куда помещают семена по достижению уборочной спелости.

Ранняя уборка при большой влажности, и отсутствие условий для дозревания приводят к значительной активизации гидролитических и окислительных процессов, что сопровождается интенсивным дыханием, процессами распада и снижением периода хранения маслосемян, при ухудшении качества извлекаемого из них масла.

На основании полученных исследований разработаны рекомендации по проведению послеуборочного дозревания и хранения масличного сырья.

Наряду с исследованиями маслосемян параллельно проводили работы по исследованию изменения показателей качества масел, полученных из влажных свежесобраных семян, не прошедших дозревание, и семян, прошедших стадию дозревания, в процессе хранения.

Растительные масла были получены методом горячего прессования с использованием шнекового маслопресса типа «FARMER-35501M».

Масла хранили в темном месте при температуре хранения –  $20,0 \pm 2$  °С. Пробы для исследований отбирали первые 6 мес. хранения каждые 10 дней, последующие месяцы – каждые 15 дней.

Результаты исследования качественных показателей масел представлены в табл. 5, 6.

Результаты показали, что исследуемые масла отличаются более высокими исходными показателями кислотного и перекисного числа, по сравнению с показателями масла, полученного холодным прессованием на лабораторном прессе, что связано с технологическими особенностями применяемого маслопресса (в процессе эксплуатации рабочая температура прессующего устройства составляет около 70–80 °С).

В соответствии с требованиями ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию» растительные нерафинированные пищевые масла по показателям безопасности должны соответствовать следующим требованиям: КЧ – не более 4 мг КОН/г для масла горчичного, не более 6 мг КОН/г для масла рапсового используемого в качестве продовольственного пищевого сырья; ПЧ – не более 10 ммоль (S O)/кг.

Исследование динамики качественных показателей масел, показало, что масло из семян, не прошедших дозревания, отличается более низкими показателями качества и характеризуется более высокой скоростью нарастания кислотного и перекисного числа (рис. 8, 9).

**Таблица 5. Динамика качественных показателей горчичного масла, полученного из семян прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения**  
**Table 5. Dynamics of qualitative indicators of mustard oil obtained from seeds which passed and not passed post-harvest ripening in the process of storage**

Срок хранения, сут.	Показатель			
	Масло горчичное из свежесобранных семян, не прошедших послеуборочное дозревание		Масло горчичное из семян, прошедших послеуборочное дозревание	
	КЧ, мг КОН/г	ПЧ, ммоль (S O)/кг	КЧ, мг КОН/г	ПЧ, ммоль (S O)/кг
0	2,05	1,72	1,37	1,12
10	2,11	1,79	1,39	1,19
20	2,34	1,92	1,45	1,32
30	2,55	2,17	1,62	1,65
40	2,78	2,55	1,75	2,00
50	3,02	2,99	1,88	2,21
60	3,29	3,39	2,03	2,47
70	3,49	3,72	2,17	2,62
80	3,71	4,01	2,32	2,85
90	3,97	4,21	2,48	3,10
100	4,3	4,32	2,61	3,27
110	4,59	4,50	2,87	3,48
120	5,03	4,70	3,22	3,66
130	5,39	4,87	3,39	3,89
140	5,85	5,00	3,55	4,11
150	6,32	5,17	3,85	4,28
160	6,84	5,36	4,05	4,4
170	7,25	5,57	4,29	4,59
180	7,59	5,76	4,53	4,75
195	8,20	6,28	4,94	5,03
210	9,75	6,68	5,23	5,49
225	10,28	6,93	5,47	5,63
240	11,76	7,05	5,87	5,94
255	12,50	7,21	6,02	6,02
270	13,89	7,39	6,35	6,05

**Таблица 6. Динамика качественных показателей рапсового масла, полученного из семян прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения**  
**Table 6. Dynamics of qualitative indicators of rapeseed oil obtained from seeds which passed and not passed post-harvest ripening in the process of storage**

Срок хранения, сут.	Показатель			
	Масло рапсовое из свежесобранных семян, не прошедших послеуборочное дозревание		Масло рапсовое из семян, прошедших послеуборочное дозревание	
	КЧ, мг КОН/г	ПЧ, ммоль (S O)/кг	КЧ, мг КОН/г	ПЧ, ммоль (S O)/кг
0	3,91	2,44	1,72	2,00
10	3,99	2,61	1,75	2,12
20	4,12	2,75	1,75	2,31
30	4,29	3,27	1,85	2,87
40	4,62	4,01	1,98	3,34
50	4,84	4,61	2,19	3,67
60	5,02	5,26	2,32	4,01
70	5,23	5,77	2,56	4,46
80	5,47	6,32	2,71	5,12

Окончание табл. 6

Срок хранения, сут.	Показатель			
	Масло рапсовое из свежубранных семян, не прошедших послеуборочное дозревание		Масло рапсовое из семян, прошедших послеуборочное дозревание	
	КЧ, мг КОН/г	ПЧ, ммоль (S O)/кг	КЧ, мг КОН/г	ПЧ, ммоль (S O)/кг
90	5,83	6,95	2,96	5,73
100	6,15	7,55	3,21	6,10
110	6,45	7,89	3,56	6,37
120	6,78	8,34	3,72	6,70
130	7,10	8,73	3,97	7,03
140	7,41	9,25	4,35	7,29
150	7,84	9,70	4,59	7,69
160	8,11	10,05	4,78	7,93
170	8,45	10,43	4,91	8,31
180	8,72	10,85	5,15	8,50
195	9,59	12,60	5,67	8,93
210	10,17	13,49	6,05	9,60
225	11,19	14,68	6,43	10,35
240	11,67	15,33	6,95	10,78
255	12,33	15,85	7,43	11,44
270	12,99	16,05	7,54	11,93

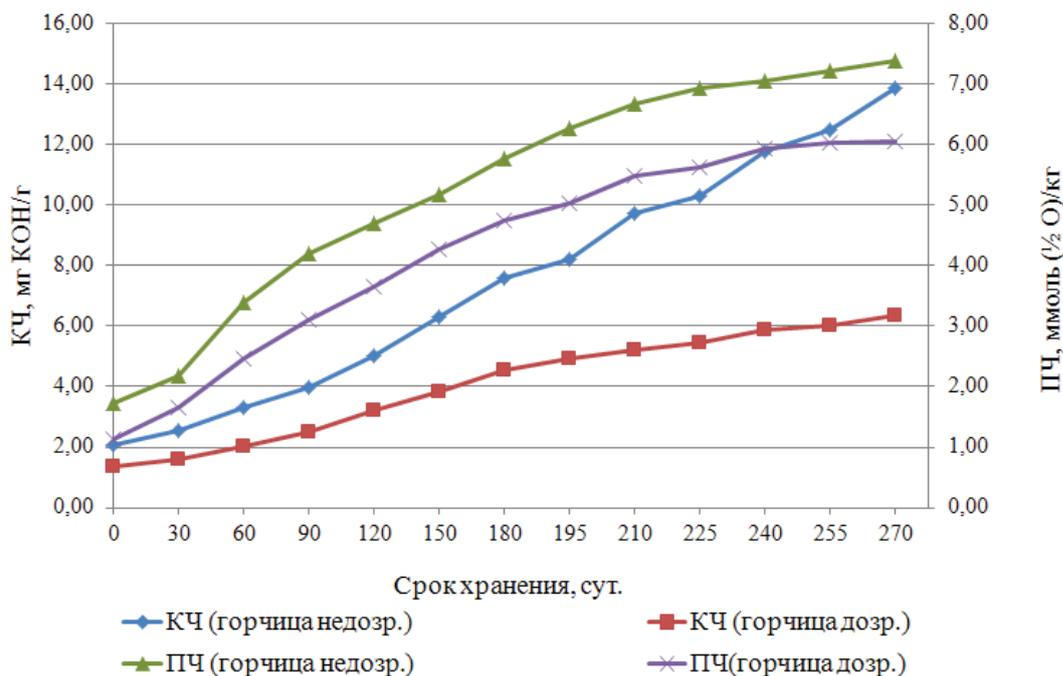


Рис. 8. Динамика кислотного и перекисного числа горчичного масла, полученного из семян прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения

Fig. 8. Dynamics of acid value and peroxide value of mustard oil obtained from seeds which passed and not passed post-harvest ripening in the process of storage

Так, несмотря на приемлемое перекисное число, по показателю кислотное число горчичное масло, полученное из свежубранных семян, уже через 90 дней хранения не соответствовало требованиям безопасности, предъявляемым к пищевым нерафинированным маслам. Масло рапсовое, полученное из свежубранных маслосемян, не прошедших дозревание, также через 3 мес. хранения не годится для промпереработки на пищевые цели и может использоваться только в качестве технического.

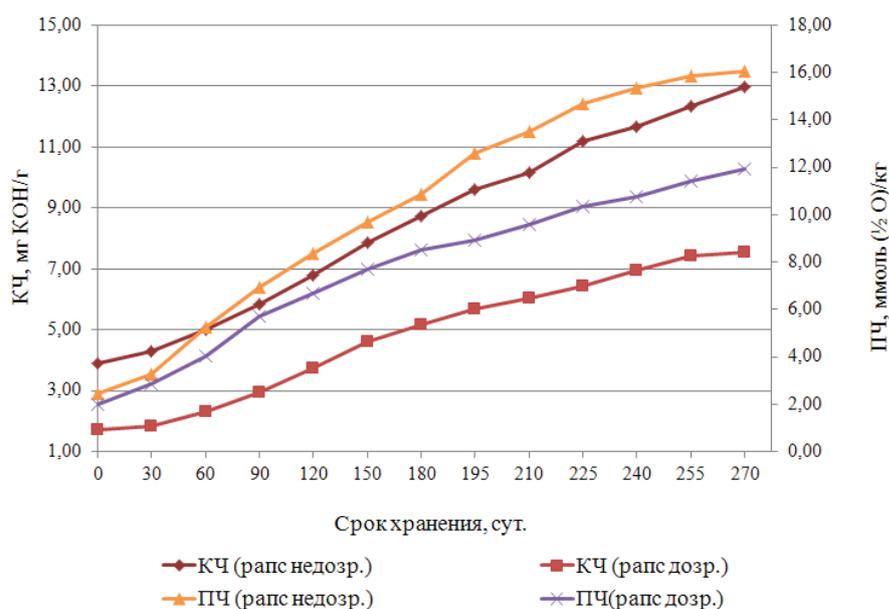


Рис. 9. Динамика кислотного и перекисного числа рапсового масла, полученного из семян прошедших и не прошедших послеуборочное дозревание, в процессе хранения  
 Fig. 9. Dynamics of acid value and peroxide value of rapeseed oil obtained from seeds which passed and not passed post-harvest ripening in the process of storage

Горчичное масло, полученное из семян, прошедших послеуборочное дозревание, сохраняет свое качество на протяжении 5 мес. хранения.

Наибольшую устойчивость при хранении показало рапсовое масло, полученное из семян, прошедших послеуборочное дозревание. Оно соответствовало требованиям безопасности, предъявляемым к нерафинированному рапсовому маслу как продовольственному пищевому сырью на протяжении 7 мес. хранения.

Таким образом, для получения высококачественной масложировой продукции масличные семена должны обязательно пройти процесс дозревания в искусственных условиях, куда помещают семена по достижению уборочной спелости. Только в условиях послеуборочного дозревания, протекающем при относительно высоких температурах, в семенах преобладают синтетические процессы, подобные наблюдаемым при естественном созревании на растении, что сопровождается улучшением их технологических свойств. Основной период хранения имеет преимущественно деструктивный характер, поэтому в семенах, не подвергшихся послеуборочному дозреванию, даже при практически идеальных условиях хранения идут активные процессы распада, значительно снижающие качество семян и сокращающие их срок хранения.

**Благодарности.** Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках государственной программы научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства» на 2016–2020 годы (подпрограмма «Продовольственная безопасность»).

**Acknowledgements.** The research described in this work was carried out within the framework of the state research program «Quality and efficiency of agro-industrial production» for 2016–2020 (subprogram «Food security»).

**Список использованных источников**

1. Пилипюк, В.Л. Технология хранения зерна и семян / В.Л. Пилипюк. – Саратов: Вузовский учебник, 2009. – 310 с.
2. Акаева, Т.К. Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Ч.1. Технология получения растительных масел: Учеб.пособие/ Т.К. Акаева, С.Н. Петрова. – Иваново: ГОУВПО Иван. Гос. Хим.-технол. Ун-т, 2007. – 124 с.

3. Ключкин, В.В. Послеуборочное дозревание и хранение высокомасличного подсолнечника / В.В. Ключкин, С.Ю. Ксандопуло, Н.С. Арутюнян, В.М. Копейковский // Масложировая промышленность. – 1980. – № 11. – С. 12–17.
4. Иваницкий, С.Б. Исследование комплекса связанных липидов высокомасличного подсолнечника при послеуборочной обработке и хранении в связи с условиями их технологической переработки: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.06 / С.Б. Иваницкий; Краснодар.политехн. ин-т – Краснодар, 1972. – 24 с.
5. Минакова, А.Д. Биохимические изменения белков при хранении семян подсолнечника / А.Д. Минакова, В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов // Известия высших учебных заведений. Пищеваятехнология. – 1996. – № 1–2. – С. 16–18.
6. Мустафаев, С.К. Влияние физических методов воздействия на послеуборочное дозревание и ферментативную активность семян подсолнечника / С.К. Мустафаев, А.А. Шаззо // Новые технологии. – 2012. – № 1. – С. 45–47.
7. Семёнов, В.С. Биохимическое обоснование технологии послеуборочной обработки семян подсолнечника: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 03.00.04 / В.С. Семёнов. – Кубанский государств. технологич. ун-т. – Краснодар, 2000. – 138 с.
8. Щербаков, В.Г. Изменение активности окислительно-восстановительных ферментов семян сортового и гибридного подсолнечника при различных условиях старения / В.Г. Щербаков, А.И. Гаманченко, В.Г. Лобанов // Известия высших учебных заведений. Пищеваятехнология. – 1994. – № 3–4. – С. 11–12.
9. Мустафаев, С.К. Влияние начальной влажности семян подсолнечника на процессы послеуборочного дозревания и хранения / С.К. Мустафаев, А.А. Шаззо // Новые технологии. – 2011. – № 3. – С. 48–51.
10. Шаганов, И.А. Рапсовое поле Беларуси :практ. Рук. По освоению интенсивн. Технологии возделывания озимого рапса на маслосемена / И.А. Шаганов. – Минск: «Равноденствие», 2008. – 70 с.
11. Маслосемена рапса. Требования при заготовках и поставках. Технические условия: СТБ 1398-2003. – Введ. 01.09.2003. – Минск: Госстандарт: Белорус. Гос. Ин-т стандартизации и сертификации, 2003. – 12 с.
12. Семена горчицы (промышленное сырье).Требования при заготовках и поставках: ГОСТ 9159-71. – Введ. 01.07.1972. – Минск: Госстандарт: Бело-рус. Гос. Ин-т стандартизации и сертификации, 1972. – 8 с.
13. Пластмассы. Небольшие контейнеры для кондиционирования и испытания с использованием водных растворов для поддержания постоянного значения относительной влажности: ГОСТ 29244-91. – Введ. 01.01.1993. – Минск: Госстандарт: Белорус. Гос. Ин-т стандартизации и сертификации, 1993. – 16 с.
14. Семена масличные. Метод определения влажности: ГОСТ 10856-96. – Введ. 01.10.1997. – Минск: Госстандарт: Белорус. Гос. Ин-т стандартизации и сертификации, 1997. – 8 с.
15. Семена масличные. Методы определения масличности: ГОСТ 10857-64. – Введ. 01.10.1997. – Минск : Госстандарт: Белорус. Гос. Ин-т стандартизации и сертификации, 1997. – 8 с.
16. Масла растительные. Методы определения кислотного числа: ГОСТ 31933-2012. – Введ. 01.02.2016. – Минск : Госстандарт: Белорус. Гос. Ин-т стандартизации и сертификации, 2015. – 12 с.
17. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа: СТБ ГОСТ Р 51487-2001. –Введ. 01.11.2002. – М. : Управление стандартизации и сертификации продукции пищевой, легкой промышленности и сельскохозяйственного производства, 2001. – 12 с.
18. Семена рапса. Определение содержания хлорофилла спектрометрическим методом: ГОСТ Р 51485-99. – Введ. 01.01.2001.– 9 с.
19. Физиология растений : лабораторный практикум для студентов биологического факультета [Электронный ресурс] / А.П. Кудряшов [и др.]. – Минск : БГУ, 2011. – 76 с.
20. Никитенко, А.И. Методические особенности определения активности липаз в семенах рапса / А.И. Никитенко, В.Н. Леонтьев, В.С. Болтовский // Труды БГТУ. –2011. – №4 (142). – С. 190–193.

21. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Колос, 1972. – 456 с.
22. Петров, К.П. Методы биохимии растительных продуктов / К.П. Петров. – Киев: «Вища школа», 1978. – 224 с.

### References

1. Pilipjuk V.L. Tehnologija hranenija zerna i semjan [Technology of storage of grain and seeds]. Saratov, Vuzovskij uchebnyk, 2009, 310 p. (In Russian).
2. Akaeva T.K. Osnovy himii i tehnologii poluchenija i pererabotki zhirov. Ch.1. Tehnologija poluchenija rastitel'nyh masel: Ucheb.posobie [Fundamentals of chemistry and technology of obtaining and processing of fats. P.1. Technology of obtaining vegetable oils: Textbook]. Ivanovo, Ivan. Gos. Him.-tehnol. Un-t, 2007. 124 p. (In Russian).
3. Kljuchkin V.V. Posleuborochnoe dozrevanie i hranenie vysokomaslichnogo pod-solnechnika [Post-harvest ripening and storage of high-oil sunflower]. Maslozhir. prom-st' [Oil and fat industry], 1980, vol. 11, pp.12–17 (In Russian).
4. Ivanickij S.B. Issledovanie kompleksa svjazannyh lipidov vysokomaslichnogo podsolnechnika pri posleuborochnoj obrabotke i hranenii v svjazi s uslovijami ih tehnologicheskoj pererabotki: avtoref. dis. [Investigation of the complex of bound lipids of high-pass-personal sunflower in post-harvest processing and storage in connection with the conditions of their technological processing: dissertation abstract]. Krasnodar. politehn. in-t – Krasnodar, 1972, 24 p. (In Russian).
5. Minakova A.D. Biohimicheskie izmenenija belkov pri hranenii semjan podsolnechnika [Biochemical changes of proteins during storage seeds of sunflower]. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija [News of higher educational institutions. Food technology], 1996, vol. 1–2, pp. 16–18 (In Russian).
6. Mustafaev S.K. Vlijanie fizicheskikh metodov vozdeystvija na posleuborochnoe dozrevanie i fermentativnuju aktivnost' semjan podsolnechnika [Influence of physical methods of influence on post-harvest ripening and enzymatic activity seeds of sunflower]. Novye tehnologii [New technologies], 2012, vol. 1. pp. 45–47 (In Russian).
7. Semjonov V.S. Biohimicheskoe obosnovanie tehnologii posleuborochnoj obrabotki semjan podsolnechnika: avtoref. dis. [Biochemical rationale for technology of post-harvest processing seeds of sunflower: dissertation abstract]. Kubanskij gosudarstv. tehnologich. un-t, Krasnodar, 2000, 138 p. (In Russian).
8. Shherbakov V.G. Izmenenie aktivnosti oksiditel'no-vosstanovitel'nyh fermentov semjansortovogo i gibridnogo podsolnechnika pri razlichnyh uslovijah starenija [Changes in the activity of redox enzymes of seeds of varietal and hybrid sunflower under different aging conditions]. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaja tehnologija [News of higher educational institutions. Food technology], 1994, vol. 3-4, pp. 11–12 (In Russian).
9. Mustafaev S.K. Vlijanie nachal'noj vlazhnosti semjan podsolnechnika na processy posleuborochnogo dozrevanija i hranenija [The influence of the initial moisture content seeds of sunflower on the processes of post-harvest ripening and storage]. Novye tehnologii [New technologies], 2011, № 3. pp. 48–51 (In Russian).
10. Shaganov I.A. Rapsvoe pole Belarusi : prakt. Ruk. Po osvoeniju intensivn. Tehnologii vzdelyvanija ozimogo rapsa na maslosemena [Rapeseed field of Belarus: a practical guide to the development of intensive technology of cultivation of winter rapeseed on oilseeds]. Minsk, «Ravnodenstvie», 2008, 70 p. (In Russian).
11. Maslosemena rapsa. Trebovanija pri zagotovkah i postavkah. Tehnicheskie uslovija: STB 1398-2003. – Vved. 01.09.2003. [Oilseed rape. Requirements at preparations and deliveries. Specifications: STB 1398-2003]. Minsk, Gosstandart: Belarusian. Gos. Institute of Standardization and Certification, 2003, 12 p. (In Russian).
12. Semena gorchicy (promyshlennoe syr'e). Trebovanija pri zagotovkah i postavkah: GOST 9159-71. – Vved. 01.07.1972 [Seeds of mustard (industrial raw materials). Requirements in the procurement and supply of: GOST 9159-71]. Minsk, Gosstandart: Belarusian. Gos. Institute of Standardization and Certification, 1972, 8 p. (In Russian).

13. Plastmassy. Nebol'shie kontejnery dlja kondicionirovanija i ispytaniya s ispol'zovaniem vodnyh rastvorov dlja podderzhanija postojannogo znachenija otnositel'noj vlazhnosti: GOST 29244-91. – Vved. 01.01.1993 [Plastics. Small containers for conditioning and testing using aqueous solutions to maintain a constant value of relative humidity: GOST 29244-91]. Minsk, Gosstandart: Belarusian. Gos. Institute of Standardization and Certification, 1993, 16 p. (In Russian).
14. Semena maslichnye. Metod opredelenija vlazhnosti: GOST 10856-96. – Vved. 01.10.1997 [Oil seeds. Method for determination of humidity: GOST 10856-96]. Minsk, Gosstandart: Belarusian. Gos. Institute of Standardization and Certification, 1997, 8 p.
15. Semena maslichnye. Metody opredelenija maslichnosti: (In Russian). GOST 10857-64. – Vved. 01.10.1997 [Oil seeds. Methods for determination of oil content: GOST 10857-64]. Minsk, Gosstandart: Belarusian. Gos. Institute of Standardization and Certification, 1997, 8 p. (In Russian).
16. Masla rastitel'nye. Metody opredelenija kislotnogo chisla: GOST 31933-2012. – Vved. 01.02.2016 [Vegetable oils. Methods for determining the acid value: GOST 31933-2012]. Minsk, Gosstandart: Belarusian. Gos. Institute of Standardization and Certification, 2015, 12 p. (In Russian).
17. Masla rastitel'nye i zhiry zhivotnye. Metod opredelenija perekisnogo chisla: STB GOST R 51487-2001. – Vved. 01.11.2002 [Vegetable oils and animal fats. Method for determination of peroxide number: STB GOST R 51487-2001], M., Department of Standardization and Certification of Food, Light Industry and Agricultural Production, 2001, 12 p. (In Russian).
18. Semena rapsa. Opredelenie soderzhanija hlorofilla spektrometricheskim metodom: GOST R 51485-99. – Vved. 01.01.2001 [Rapeseed. Determination of chlorophyll content by spectrometric method: GOST R 51485-99]. M., 2001, 9 p. (In Russian).
19. Fiziologija rastenij : laboratornyj praktikum dlja studentov biologicheskogo fakul'teta [Elektronnyj resurs] [Physiology of plants: a laboratory workshop for students of the biological faculty [Electronic resource]]. Minsk, BGU, 2011, 76 p. (In Russian).
20. Nikitenko A.I. Metodicheskie osobennosti opredelenija aktivnosti lipaz v semenah rapsa [Methodical features of determining the activity of lipases in rape seeds]. Trudy BGTU, 2011, vol. 4 (142), pp. 190–193 (In Russian).
21. Ermakov A.I. Metody biohimicheskogo issledovanija rastenij [Methods of biochemical research of plants]. L., Kolos, 1972, 456 p. (In Russian).
22. Petrov K.P. Metody biohimii rastitel'nyh produktov [Methods of biochemistry products of plant]. Kiev, «Vishha shkola», 1978, 224 p. (In Russian).

#### Информация об авторах

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

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

*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

#### Information about authors

*Pchelnikova Anna Vladimirovna* – Research Fellow of the Department of Confectionery and Fat-and-Oil Products of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

*Babodey Valentina Nikolaevna* – head of the Department of Confectionery and Fat-and-Oil products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

*Zhakova Kristina Ivanovna* – candidate of Technical Sciences, Scientific Secretary of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: zhakova@belproduct.com

УДК 543(083.74)

Поступила в редакцию 15.02.2018  
Received 15.02.2018**И.М. Почицкая, Е.Г. Шерко***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,  
г. Минск, Республика Беларусь***СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОВЕРКИ КВАЛИФИКАЦИИ  
ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Аннотация:** Обеспечение достоверности проводимых испытаний является основной целью деятельности аккредитованных испытательных лабораторий. В связи с этим особое значение для аккредитованных испытательных лабораторий имеют инструменты, позволяющие оценить достоверность полученных лабораторией результатов, основным из которых является проверка квалификации посредством межлабораторных сличительных испытаний. Цель исследований заключалась в установлении проблем функционирования системы проверок квалификации в Республике Беларусь и поиск путей их решения.

В результате исследований были выявлены и рассмотрены основные проблемы функционирования системы проверок квалификации в Республике Беларусь, проанализированы действующие программы проверок квалификации и провайдеры проверок квалификации, и их соответствие требованиям, обоснована необходимость участия аккредитованных испытательных лабораторий в проверках квалификации, а также приняты во внимание преимущества участия в проверках квалификации аккредитованных испытательных лабораторий.

Полученные результаты позволят привлечь внимание заинтересованных сторон к актуальным проблемам проверок квалификаций в Республике Беларусь и будут способствовать формированию положительного восприятия проверок квалификации и повышению активности участия аккредитованных испытательных лабораторий, инициировать оказание содействия в поиске путей решения сложившихся проблем уполномоченными органами.

**Ключевые слова:** межлабораторные сличительные испытания, проверка квалификации, провайдер проверок квалификации

**I.M. Pochitskaya, E.G. Sherko***RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk,  
Republic of Belarus***ACTUAL PROBLEMS OF LABORATORY PROFICIENCY TESTING  
IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Abstract:** The article reveals the aims of the participation of the accredited laboratory in proficiency testing, the advantages of the participation in proficiency testing for the accredited testing laboratories are considered, the basic topical problems of functioning of proficiency testing system in the Republic of Belarus are reviewed, the analysis of current proficiency testing programmes and proficiency testing providers is carried out.

The authors' work is aimed at attraction attention of the parties concerned to the existing problems in the area of accredited testing laboratories proficiency testing, as well as formation of the positive perception of proficiency testing by accredited testing laboratories.

Solving of the identified problems of carrying out proficiency testing in the Republic of Belarus will make possible to use efficiently the instrument of proficiency testing for laboratories to be recognized as competent by the national accreditation authority as well as other parties concerned at the national and international levels.

**Keywords:** interlaboratory comparative tests, proficiency testing, proficiency testing provider

**Введение.** Подтверждение качества результатов испытаний является необходимым элементом функционирования аккредитованной испытательной лаборатории [1] и является важным критерием оценки со стороны органа по аккредитации.

В условиях современного стратегического намерения Белорусского государственного центра аккредитации (далее БГЦА) «обеспечить соответствие аккредитованных субъектов требованиям основополагающих документов в сфере аккредитации (критериям аккредитации), а также документов международных организаций по аккредитации (ILAC. IAF. EA)» [2], которое основано на законодательно установленной задаче создания условий для взаимного признания результатов деятельности аккредитованных субъектов на международном и межгосударственном (региональном) уровне [3], необходимость постоянного участия аккредитованных лабораторий в проверках квалификации с соблюдением требований [4, 5] является весьма актуальной.

Проверка квалификации (далее ПК) – это оценивание характеристик функционирования участника по заранее установленным критериям посредством межлабораторных сличительных испытаний [6].

Межлабораторные сличительные испытания – организация, выполнение и оценивание измерений или испытаний одного и того же или нескольких подобных образцов двумя или более лабораториями в соответствии с заранее установленными критериями [6].

Проверка квалификации проводится организацией, которая несет ответственность за все задачи по разработке и выполнению программы проверки квалификации и называется провайдером проверки квалификации [6].

Единый подход к компетентности провайдеров устанавливает международный стандарт ISO/IEC 17043.

В настоящее время в мире существует более трех тысяч провайдеров ПК. С целью содействия распространению информации о схемах проверки квалификации для всех заинтересованных сторон с 1998 года функционирует сайт *Европейской электронной информационной системы провайдеров проверки квалификации EPTIS* [7].

#### **Механизм проверок квалификации**

Проверка квалификации осуществляется через реализацию программы проверки квалификации (далее ППК) – комплекса мероприятий по межлабораторным сличительным испытаниям, разработанным и проводимым для оценивания качества работы испытательных лабораторий в определенных областях испытаний, измерений [6].

Программа проверки квалификации включает следующие этапы: планирование программы ПК; подготовка образцов для ПК; распределение образцов между участниками; выполнение испытаний; анализ данных испытаний и оценивание результатов программы ПК; подготовка и рассылка отчета о проверке квалификации, взаимодействие с участниками [6].

На этапе планирования устанавливают:

- ♦ цели, задачи и проект программы проверки квалификации;
- ♦ лицо (лица), ответственное за организацию и реализацию программы;
- ♦ субподрядчиков, необходимых для реализации программы;
- ♦ количества и типы предполагаемых участников программы;
- ♦ определяемые величины и характеристики, включая информацию о том, что должны определить, измерить, испытать участники;
- ♦ диапазон значений, которые ожидаются для образцов;
- ♦ требований к изготовлению, контролю качества, хранению и распределению образцов для ПК;
- ♦ меры предосторожности по предотвращению сговора или фальсификации;
- ♦ календарный план программы ПК (дата передачи образцов, крайний срок предоставления участниками результатов, дата выполнения испытаний (при необходимости));
- ♦ методы подготовки образцов и проведения испытаний;
- ♦ формы отчета о представлении результатов испытаний;
- ♦ методы статистического анализа, критерии оценок характеристик функционирования [6].

На этапе подготовки образцов провайдер приобретает, подготавливает, хранит образцы для ПК. Провайдер идентифицирует образцы и осуществляет мероприятия для гарантии сохранности образцов до распределения между лабораториями-участниками. Матрица, измеряемые величины, концентрации образцов для ПК должны максимально соответствовать типам образцов или материалов, с которыми лаборатории работают при повседневных испытаниях. Образцы для ПК должны быть стабильными и однородными.

Образцы для ПК распределяют между лабораториями-участниками с соблюдением соответствующих условий окружающей среды, методов транспортировки, условий хранения образцов, а также предоставляют участникам информацию о способах обращения с образцами.

Лаборатории при проведении испытаний образцов для ПК используют метод по своему выбору, не противоречащий повседневным испытаниям, если иное не предусмотрено программой ПК. Результаты испытаний предоставляют провайдеру.

В ходе анализа данных провайдер получает итоговую статистику функционирования лабораторий. По данным анализа оформляет отчет, в котором содержатся комментарии и выводы по характеристикам функционирования, и рассылает всем участникам.

Содержащиеся в отчете заключения провайдера о характеристиках функционирования лабораторий служат основанием для оценки технической компетентности лаборатории заинтересованными сторонами.

В то же время [6] устанавливает, что лаборатория должна сделать собственные выводы о характере своего функционирования на основании оценки организации и проекта ППК. Анализ должен учитывать степень соответствия ППК потребностям лаборатории.

При этом в [4] установлено, что если по результатам участия в программе ПК лаборатория получила неудовлетворительные результаты, то ей следует провести анализ и установить причины полученных неудовлетворительных результатов, разработать (при необходимости) корректирующие действия, запланировать и принять участие в последующих турах данной программы ПК в минимально короткий срок.

### **Применение проверок квалификации**

Белорусский государственный центр аккредитации (БГЦА) признает результаты ПК, полученные по ППК, организованным провайдерами, аккредитованными на соответствие требованиям [6], или другими компетентными провайдерами, осуществляющими свою деятельность в соответствии с требованиями ISO/IEC 17043 [4].

Результаты ПК применяются испытательной лабораторией, органом по аккредитации, а также другими регулирующими органами, в том числе при принятии соглашений о взаимном признании результатов.

Участие в ППК является необходимостью и важным направлением деятельности аккредитованной лаборатории, поскольку:

- ♦ БГЦА при оценке лабораторий осуществляет контроль планирования и участия лабораторий в программах проверок квалификации в период действия аттестатов аккредитации по всей области аккредитации, которая должна быть разделена на субдисциплины [4,5];
- ♦ методики испытаний, по которым лаборатория приняла участие в ППК, не подвергаются оценке со стороны БГЦА при проведении оценки на месте. [4];
- ♦ аккредитованная лаборатория может заменять ППК на межлабораторные сличения и другие мероприятия только в случае обоснованной нерациональности участия в ППК или их технической невыполнимости (отсутствия необходимых ППК, предлагаемых провайдерами) [4].

Однако существующие в настоящее время в Республике Беларусь недостатки функционирования системы проверок квалификации, с которыми сталкиваются испытательные лаборатории, не всегда позволяют использовать инструмент проверок квалификации эффективно.

### **Современные проблемы, с которыми сталкиваются аккредитованные испытательные лаборатории при проведении проверок квалификации**

Одним из недостатков является то, что в Республике Беларусь отсутствуют провайдеры, аккредитованные на соответствие ГОСТ ISO/IEC 17043-2013 (ISO/IEC 17043:2010), а существуют лишь назначенные Госстандартом.

Осуществлять в РБ функцию провайдера ПК с целью выполнения работ по проведению межлабораторных сличений для аккредитованных лабораторий уполномочены следующие организации [8]:

- ♦ РУП «Белорусский государственный институт метрологии»;
- ♦ РУП «Брестский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;
- ♦ РУП «Гродненский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;
- ♦ РУП «Гомельский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;
- ♦ РУП «Витебский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;
- ♦ РУП «Лидский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;

- ♦ РУП «Могилевский центр стандартизации, метрологии и сертификации»;
- ♦ Государственное учреждение «Белорусский государственный ветеринарный центр»;
- ♦ Учреждение здравоохранения «Национальная антидопинговая лаборатория».

В настоящее время БГЦА проводит работы по аккредитации данных провайдеров на соответствие требований ГОСТ ISO/IEC 17043-2013.

Назначенные провайдеры определялись из состава ведущих лабораторий, находящихся в составе организаций, выполняющих хозрасчетные работы в различных областях. С точки зрения технической оснащенности, квалификации и компетентности персонала, данные организации имеют возможность организовывать ПК на высоком уровне, однако проверка квалификации является для них дополнительным видом деятельности, который одновременно обременительный для выполнения иных хозрасчетных работ, что обуславливает их невысокую активность, а также отсутствие программ ППК на исследования, требующие сложных работ по подготовке образцов для контроля.

Еще одним проблемным аспектом является малое разнообразие разработанных программ проверок квалификации в РБ. Национальные провайдеры предлагают достаточно узкий выбор ППК для испытательных лабораторий. Кроме того, так как уровень и периодичность участия в ПК испытательных лабораторий определяется на основании числа проводимых измерений/испытаний; текущей численности персонала; опыта и знаний персонала; прослеживаемости источников (доступность эталонных материалов, национальных стандартов и т.д.); общепризнанной стабильности/нестабильности метода измерения; значительностью и конечным использованием данных, полученных в результате испытаний и других мер по обеспечению качества испытаний [5] приоритетными для лабораторий являются ППК по определению показателей безопасности. Однако в настоящее время провайдеры РБ значительно чаще разрабатывают программы проверок квалификации по определению показателей качества, чем безопасности.

Так, в 2017 г. провайдеры РБ предлагали лабораториям, осуществляющим испытания пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья, программы ППК по определению 103 показателей, из них 35 показателей безопасности (рис. 1) и 68 физико-химических показателей (рис. 2).

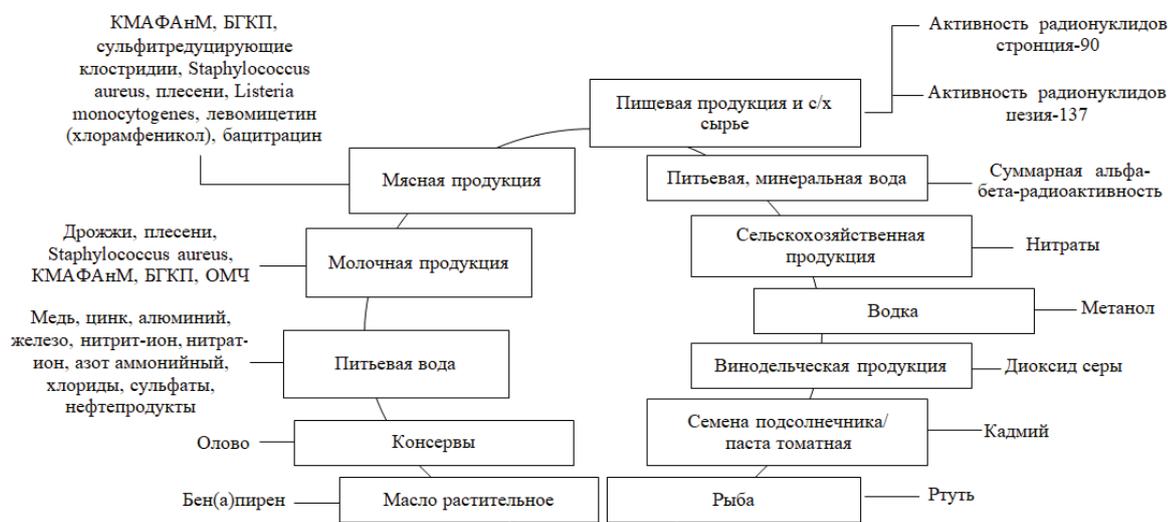


Рис. 1. Информация о запланированных на 2017 г. провайдерами РБ программах проверок квалификации по показателям безопасности

Fig. 1. Information about proficiency testing programmes on safety indicators planned by Belarusian providers in 2017

Очевидно, что при разработке ППК провайдеры руководствуются в первую очередь технической возможностью осуществления программы, а не востребованностью ППК со стороны лабораторий. Все предлагаемые ППК по определению показателей качества не требуют сложной технической подготовки образца для контроля, в отличие от показателей безопасности.

В определенной степени отсутствие в РБ достаточного выбора ППК по определению показателей безопасности связано и с тем, что для реализации некоторых программ необходимы стандартные образцы состава пищевых продуктов, которых в РБ недостаточно, а приобретение зарубежных стан-

дартных образцов нерентабельно; либо провайдеры не обладают технической возможностью разработать образцы для контроля.



Рис. 2. Информация о запланированных на 2017 г. провайдерами РБ программах проверок квалификации по показателям качества

Fig. 2. Information about proficiency testing programmes on quality indicators planned by Belarusian providers in 2017

Несмотря на то, что лаборатории имеют возможность пользоваться услугами многочисленных международных провайдеров ПК, перед белорусскими испытательными лабораториями стоит проблема недостаточности программ проверок квалификации для подтверждения технической компетентности в полном объеме области аккредитации.

Это связано с тем, что программы проверок квалификации разрабатываются в первую очередь исходя из требований нормативных правовых актов, межгосударственных стандартов, регламентирующих приоритетные показатели безопасности и качества продукции; и, несмотря на тенденцию к гармонизации технических требований, в настоящее время существуют некоторые различия в требованиях к продукции, а также методологии испытаний на международном, региональном и национальном уровнях, что не всегда позволяет белорусским лабораториям использовать программы проверок квалификации международных провайдеров для оценки качества проведения испытаний.

К примеру, в РБ такие микробиологические показатели как коагулазо-положительные стафилококки, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* определяются качественно, в то время как в Европейском союзе — количественно. Соответственно и программы проверок квалификации международных провайдеров предполагают количественное определение данных показателей, и не подходят испытательным лабораториям РБ.

Стоит отметить также проблему достаточно низкой активности белорусских испытательных лабораторий в участии в программах проверок квалификации. Это отчасти связано с тем, что среди белорусских аккредитованных испытательных лабораторий не до конца сформировано восприятие ПК как мощного инструмента добровольного подтверждения технической компетентности лаборатории, получения возможности улучшить качество проведения испытаний, уменьшить неопределенность результатов испытаний, подтвердить правильность метода испытаний или определить и устранить ошибки в проведении испытаний. Некоторые лаборатории рассматривают участие в ПК в первую очередь как контролируемую меру со стороны Национального органа по аккредитации или другой надзорной организации, и, боясь последствий неудовлетворительных результатов ПК со стороны данных органов, предпочитают отказываться от участия.

Низкая активность приводит к тому, что некоторые запланированные провайдерами программы проверок квалификации не реализовываются из-за недостаточности количества участников.

**Заключение.** Таким образом, очевидна необходимость совершенствования системы проверок квалификации в Республике Беларусь, а для совершенствования необходимо развитие, как спроса, так и предложения. Увеличение спроса возможно за счет осознания испытательными лабораториями важности и необходимости проверок квалификации для решения следующих задач:

- ♦ подтверждение достоверности результатов испытаний;
- ♦ демонстрация технической компетентности органу по аккредитации, регулирующим органам;
- ♦ сокращение объемов оценки на месте со стороны органа по аккредитации;
- ♦ признание результатов испытаний заинтересованными сторонами;
- ♦ обеспечение доверия заказчиков;
- ♦ решение спорных ситуаций в оценке качества;
- ♦ установление эффективности и сравнимости методов испытаний, установление более точного метода, решение спорных ситуаций с расхождением результатов испытаний разных методов;
- ♦ выявление ошибок в проведении испытаний;
- ♦ эффективное освоение методов испытаний.

В свою очередь, увеличение спроса будет стимулировать увеличение предложения и появления новых провайдеров ПК, что повысит конкуренцию и будет способствовать разработке новых ППК исходя из востребованности со стороны испытательных лабораторий, в том числе с изготовлением стандартных образцов состава пищевых продуктов.

### Список использованных источников

1. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий: СТБ ИСО/МЭК 17025-2007. – Введ. 01.08.2007. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2007. – 28 с.
2. Белорусский государственный центр аккредитации [Электронный ресурс] / Сотрудничество. – Минск, 2017. – Режим доступа: <http://www.bsca.by/ru/sotrudnichestvo/mejdunarodnye-organizacii> – Дата доступа: 22. 08.2017.
3. Об оценке соответствия техническим требованиям и аккредитации органов по оценке соответствия. Закон Республики Беларусь от 24 октября 2016 г. № 437-3; текст по состоянию на 22.08.2017.
4. Политика БГЦА в отношении участия аккредитованных лабораторий в проверках квалификации: утв. РУП «БГЦА» 17.04.2015, редакция № 03 с изм.1 от 20.11.2015: текст по состоянию на 22 авг. 2017 г. – 3 с.
5. Руководство по уровню и периодичности участия в проверке квалификации EA-4/18 INF:2010 : утв. ЕА март 2010 г.: РУП «БГЦА», текст по состоянию на 22 авг. 2017 г. – 16 с.
6. Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации ГОСТ ISO/IEC 17043-2013 . – Введ. 01.01.2014. – Минск: Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2013. – 36 с.
7. European PT Information System EPTIS [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.eptis.org/>. – Date of access : 24.08.2017.
8. Белорусский государственный центр аккредитации [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.bsca.by/ru/provaydery-proverki-kvalifikaci> – Дата доступа: 22.08.2017.

### References

1. STB ISO/MEC 17025-2007 *Obschie trebovaniya k kompetentnosti ispytatelnych i kalibrovocnych laboratoriy* [State Standard ISO/MEC 17025-2007 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories]. Minsk, Gosstandart, 2007. 28 p.
2. Beloruskij natsionalnuy centr akreditacii (The Belarusian State Centre for Accreditation). Available at: <http://www.bsca.by/ru/sotrudnichestvo/mejdunarodnye-organizacii> (accessed 22 August 2017).
3. Ob ocenke sootvetstviya technicheskim trebovaniyam i akreditacii organov po ocenke sootvetstviya. Zakon Respubliki Belarus ot 24 oktyabra 2016 № 437-3 [On the assessment of compliance with technical

- requirements and accreditation of conformity assessment bodies. Law of the Republic of Belarus from 24.10.2016 № 437-3]. Text on condition 22 August 2017.*
4. BGCA. Politika BGCA v otnoshenii uchastiya akreditovannykh laboratoriy v proverkach kvalifikacii [ *The policy of BSCA regarding the participation of accredited laboratories in proficiency testing*]. Utverzhdena 17.04.2015, redakciya №03, izm.1 ot 20.11.2015. Text on condition 22 August 2017. 3 p.
  5. Guidance on the level and frequency of proficiency testing participation EA-4/18 INF: 2010. Text on condition 22 August 2017. 16 p.
  6. GOST ISO/IEC 17043-2013 Oczenka sootvetstviya. Osnovnyye trebovaniya k provedeniyu proverki kvalifikacii [ *State Standard ISO/IEC 17043-2013 Conformity assessment – General requirements for proficiency testing*]. Minsk, BelGISS, 2013. 36 p.
  7. European PT Information System EPTIS. Available at: <http://www.eptis.org/> (accessed 24 August 2017).
  8. Belorusskiy natsionalnuy centr akreditacii (The Belarusian State Centre for Accreditation). Available at: <http://www.bsca.by/ru/provaydery-proverki-kvalifikaci/> (accessed 22 August 2017).

#### Информация об авторах

*Почицкая Ирина Михайловна* – кандидат сельскохозяйственных наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [pochitskaja@yandex.ru](mailto:pochitskaja@yandex.ru)

*Шерко Евгения Григорьевна* – ведущий специалист группы организации испытаний и обеспечения качества продуктов питания 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: [sherko@mail.ru](mailto:sherko@mail.ru)

#### Information about authors

*Pochitskaya Iryna M.* – Ph.D. (Agricultural), the head of the Republican control and testing complex for foodstuffs quality and safety of RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: [pochitskaja@yandex.ru](mailto:pochitskaja@yandex.ru)

*Sherko Evgeniya G.* – leading specialist of the test organization and quality provision group of the Republican control and testing complex for foodstuffs quality and safety of RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: [sherko@mail.ru](mailto:sherko@mail.ru)

УДК 664.3

Поступила в редакцию 18.05.2018  
Received 18.05.2018**В.Н. Бабодей, К.И. Жакова, А.А. Пчельникова***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ПРОЗРАЧНЫХ МЫЛ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА РЫНКЕ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ**

**Аннотация:** Мыло является вторым по популярности видом продукции, которая изготавливается предприятиями масложировой промышленности. В Республике Беларусь ОАО «Гомельский жировой комбинат» – основной производитель мыловаренной продукции, ассортимент которого насчитывает около 50 наименований туалетного мыла под торговыми марками «Greenelle», «Просто Мыло» и 9 наименований хозяйственного мыла.

Несмотря на достаточно широкий перечень выпускаемой мыловаренной продукции, в республике наблюдается значительное снижение объемов производства отечественного туалетного мыла и рост его импорта. Прозрачные (глицериновые) мыла, которые отсутствуют в ассортименте ОАО «Гомельский жировой комбинат», пользуются постоянным потребительским спросом. Поэтому в условиях жесткой конкуренции создание новых видов мыла и совершенствование существующих технологий является актуальным и перспективным направлением.

В работе показаны результаты сравнительных исследований качественных показателей прозрачных мыл, представленных на рынке Республики Беларусь, позволяющие определить основные закономерности и пути создания высококачественной отечественной продукции.

**Ключевые слова:** прозрачное мыло, пенообразующая способность, твердость, набухаемость, скорость растворения, титр

**V.N. Babodey, K.I. Zhakova, A.A. Pchelnikova***RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus», Minsk, Republic of Belarus***COMPARATIVE ANALYSIS OF QUALITY INDICATORS  
OF TRANSPARENT SOAPS REPRESENTED ON THE MARKET  
OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Abstract:** Soap is the second most popular type of products, which is produced by enterprises of fat and oil industry. In the Republic of Belarus, JSC Gomel Fat Factory is the main producer of soap products, the assortment of which includes about 50 names of toilet soap under the trademarks *Greenelle*, *Prosto mylo* (Just Soap) and 9 names of laundry soap. Despite a rather wide list of produced soap products, there is a significant decrease in the production of domestic toilet soap and the growth of its imports in the republic. Transparent (glycerin) soaps, which are absent in the assortment of JSC Gomel Fat Factory, enjoy constant consumer demand. Therefore, in conditions of severe competition, the creation of new types of soap and the improvement of existing technologies is an actual and promising direction.

The paper shows the results of comparative studies of the quality indicators of transparent soaps presented on the market of the Republic of Belarus, which allow determining the main regularities and ways of creating of high-quality domestic products.

**Key words:** transparent soap, foaming capacity, hardness, swelling, dissolution rate, titer

**Введение.** Технология производства прозрачного мыла представляет собой более длительный и сложный процесс по сравнению с производством обычного туалетного мыла [1, 2, 3].

Известно несколько способов изготовления прозрачного мыла:

- ♦ метод механической обработки, основанный на получении прозрачного мыла в результате специфической интенсивной механической обработки мыльной основы, при которой механическая энергия преобразуется в тепловую, индуцируя его прозрачность. Этот метод не получил широкого распространения в связи с необходимостью приобретения специализированного и дорогого оборудования.

- ♦ метод отливки (с растворителем) – способ при котором твердую форму обычного туалетного мыла растворяют в кипящем этаноле или смеси этанол-вода. Недостатками данного способа являются большая продолжительность процесса (6–8 недель) и все недостатки присущие работе с пожароопасными летучими и токсичными растворителями [4].

Поэтому для промышленного производства прозрачного мыла необходим поиск решений, позволяющих сократить время созревания, а также свести к минимуму или исключить применение летучего спирта при сохранении твердости и прозрачности мыл.

В настоящее время известны разнообразные способы получения прозрачного мыла по методу отливки: с использованием одно- и двухатомных спиртов [5], флуорофора [6], различных производных глицерина [7], солей ациламиновой кислоты, многоатомных спиртов и воды [8], смесей солей высших жирных кислот и низших спиртов (изопропанол и / или трет-бутанол, этанол и н-пропанол в заданной пропорции [9].

Также для успешного составления композиций моющих средств с требуемыми пенообразующими свойствами необходимо понимание коллоидно-химических факторов стабилизации и разрушения пены [10–12].

Моющее действие туалетных мыл зависит от пенообразования. Основным условием образования пены является формирование мылом, как ПАВ, неоднородных по составу пограничных слоев. Пенообразующая способность прозрачных мыл зависит от жирнокислотного состава жирового сырья и увеличивается с длиной углеводородной цепи. Наибольшей пенообразующей способностью в ряду солей насыщенных жирных кислот обладают водные растворы солей миристиновой кислоты. Присутствие неорганических электролитов, таких как хлориды натрия, калия повышает вспениваемость лаурата, миридата, пальмитата натрия. С целью повышения пенообразующей способности туалетных мыл в жесткой воде в их состав вводят синтетические со-ПАВ – диспергаторы известковых мыл.

Таким образом, проводимые исследования направлены на научное обоснование компонентного состава и технологических параметров производства отечественного прозрачного туалетного мыла с целью создания конкурентоспособной продукции и расширения ее ассортимента.

Цель исследования – проведение сравнительного анализа качественных показателей прозрачных мыл, представленных на рынке Республики Беларусь.

#### **Материалы и методы исследования**

- ♦ мыло туалетное прозрачное промышленного производства, представленное в торговой сети г. Минска;

Методы исследований:

- ♦ определение пенообразующей способности мыла – по ГОСТ 22567.1 [13].

- ♦ определение физико-химических показателей – по ГОСТ 790 [14].

Определение твердости мыла осуществляли методом пенетрации (внедрения) с использованием структурометра Brookfield.

Твердость ( $T$ , г/мм<sup>2</sup>) определяли по формуле (1):

$$T = 1,11 \cdot F_H / h^2, \quad (1)$$

е 1,11 – константа конуса с углом 30°;  $F_H$  – усилие нагружения индентора «конус», г;  $h$  – глубина внедрения, мм.

Определение набухаемости ( $H$ , %) мыла, корость растворения проводили по методике ВНИИЖ [15] в соответствии с формулой (2):

$$H = 100 \cdot \Delta m / m, \quad (2)$$

где  $m$  – масса навески мыла до эксперимента, г;  $\Delta m$  – привес мыла при его набухании, г.

Скорость растворения мыла ( $v$ , мг/мин) вычисляли по формуле (3):

$$v = m \cdot 1000 / t, \quad (3)$$

где  $m$  – масса навески, г;  $t$  – продолжительность растворения навески мыла, мин.

Степень прозрачности мыла определяли по способности читать жирный шрифт размером 14 кеглей через образец кускового мыла толщиной четверть дюйма (6,4 мм). Результаты оценивали по 100 балльной шкале.

**Результаты и их обсуждение.** Наименование, производитель и состав прозрачных мыл, присутствующих на рынке Республике Беларусь, представлены в табл. 1.

**Таблица 1. Перечень и состав прозрачных мыл промышленного производства, представленных на внутреннем рынке Республики Беларусь**  
**Table 1. The list and composition of transparent industrial production soaps, Presented on the domestic market of the Republic of Belarus**

№	Наименование образца	Производитель	Состав
1	Твердое крем-мыло детское	УП «Мединтерпласт», РБ	Натриевые соли жирных кислот натуральных растительных масел, вода питьевая, глицерин, отдушка косметическая, витаминный комплекс, экстракт персика, масло облепиховое, антал П-2
2	Декоративное мыло «Exotic Fresh»	ЗАО «Витекс», РБ	Вода, сорбитол, пропиленгликоль, лаурет сульфат натрия, стеарат натрия, глицерин, лаурет натрия, хлорид натрия, лаурил сульфат натрия, этидронат тетракалия, трилон-Б, парфюмированная композиция, пигменты
3	Мыло косметическое прозрачное «Чистая линия»	«Betasoap, Sp. zo.o.», Польша	Натрия пальмитат, пал-кERNELAT натрия, вода, сахароза, пропиленгликоль, глицерин, PEG8 (политиэленгликоль), парфюмированная композиция, жирные кислоты пальмового масла, растительные экстракты, хлорид натрия, трилон-Б, пигменты
4	Мыло глицериновое «Лаймовый пудинг»	ООО «Слобожанский мыловар» Украина	Натрия пальмитат, натрия кокоат, вода, глицерин, сорбитол, парфюмированная композиция, кислота лимонная, кислота яблочная, пигменты
5	Мыло Duru Gourmet «Вишневый пирог»	Эвьяп Сабун Яг, Турция	Натрия талловат, натрия пальмитат, вода, натрия кокоат, пал-кERNELAT натрия, глицерин, парфюмированная композиция, хлорид натрия, трилон-Б, пропиленгликоль, лимонная кислота, тридецент-9, бисаболол, этидроновая кислота, пигменты

Установлено, что в состав исследуемых образцов входят натриевые соли различных жирных кислот, многоатомные спирты, витаминные комплексы, экстракты, обогащающие масла, парфюмированные композиции. На сегодняшний день на рынке представлен довольно скудный ассортимент прозрачного мыла промышленного изготовления, что обусловлено, скорее всего, ориентацией производителей и торговых сетей на средний и низкий ценовой сегменты. В продаже широко позиционируется обычное туалетное мыло, спрос на которое относительно постоянен. Среди основных отечественных производителей наибольший ассортимент прозрачного мыла представлен ЗАО «Витекс», зарубежных – ООО «Слобожанский мыловар», (Украина), «Betasoap, Sp. z o.o.» (Польша).

Комплексная оценка пенообразующей способности мыла изучена с использованием следующих характеристик:

- ♦ вспениваемость – это количество пены, выражаемое объемом пены ( $V$ , см<sup>3</sup>) или высотой ее столба ( $H_p$ , мм), которое образуется из постоянного объема раствора при соблюдении определенных условий в течение заданного времени;
- ♦ устойчивость (стабильность) пены ( $Y$ ) – отношение высоты столба пены по истечении 5 мин исследований ( $H_5$ ) к начальной высоте столба пены ( $H_p$ );
- ♦ высота столба разрушенной пены ( $X$ ), %.

Результаты исследования пенообразующей способности в холодной воде (при 20°C) и при температуре оптимальной для использования мыла в целях личной гигиены – 35°C представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Результаты исследования пенообразующей способности исследуемых прозрачных мыл при 20 °С

Table 2. Results of the study of the foaming capacity of the transparent soaps studied at 20 °C

№	Наименование образца	$H_0$ , мм	$H_5$ , мм	У	X, %
1	Твердое крем-мыло детское	172	158	0,91	8,1
2	Декоративное мыло «Exotic Fresh»	130	67	0,51	48,5
3	Мыло косметическое прозрачное «Чистая линия»	180	163	0,9	9,4
4	Мыло глицериновое «Лаймовый пудинг»	172	161	0,93	6,3
5	Мыло Duru Gourmet «Вишневый пирог»	212	205	0,98	3,3

Установлено, что при данных условиях образцы №№ 1, 3–5 характеризуются высокой вспениваемостью ( $H_0$ ) – от 172 до 212 мм и устойчивостью пены (У) – от 0,91 до 0,98, что говорит об их хорошей моющей способности. Образец № 2 отличается низкой вспениваемостью ( $H_0=120$  мм) и устойчивостью пены (У=0,51). При этом высота столба разрушенной пены данного образца через 5 мин составила 48,5 %, в отличие от остальных образцов, у которых данный показатель составил – 3,3–9,4%, аналогичные зависимости выявлены при 35 °С.

Таблица 3. Результаты исследования пенообразующей способности исследуемых прозрачных мыл при 35 °С

Table 3. Results of the study of the foaming capacity of the transparent soaps studied at 35 °C

№	Наименование образца	$H_0$ , мм	У
1	Твердое крем-мыло детское	196	0,92
2	Декоративное мыло «Exotic Fresh»	139	0,5
3	Мыло косметическое прозрачное «Чистая линия»	206	0,91
4	Мыло глицериновое «Лаймовый пудинг»	180	0,93
5	Мыло Duru Gourmet «Вишневый пирог»	224	0,97

Описанные зависимости, по-видимому, связаны с определяющим влиянием жирно-кислотного состава на пенообразующую способность прозрачных мыл. Например, кокоат натрия оказывает положительное влияние на пенообразование при относительно низких температурах, что позволяет образцам № 3–5 хорошо пениться уже при 20 °С. Пальмитат натрия, пал-кернелат натрия проявляют свое действие в теплой и горячей воде, стеарат натрия – только при высоких температурах. Так как состав декоративного мыла «Exotic Fresh» характеризуется ограниченным жировым набором (из натриевых солей здесь присутствует только стеарат натрия) можно предположить, что именно это является одним из основных факторов обуславливающим слабое пенообразование образца № 2 при низких и умеренных температурах.

Чтобы исследовать динамику пенообразования данного образца при различных температурах, определена его пенообразующая способность в относительно горячей воде (при 50 °С), которая, как и предполагалось, возрастает с увеличением температуры (рис. 1).

Изучены основные физико-химические показатели, характеризующие качество и технологические свойства мыла: процентное содержание жирных кислот, титр, йодное число, содержание свободной едкой щелочи.

Как известно, туалетное мыло получают из натуральных жиров и синтетических жирных кислот. Чем больше процентное содержание в мыле жирных кислот (ЖК, %), тем выше его качество и тем меньше оно содержит примесей. В производственных условиях возможны колебания содержания жирных кислот в мыле, кроме того, при хранении большинство мыл теряет части влаги и меняет свою массу. Чтобы гарантировать потребителю определённое количество безводного чистого мыла в куске товарного продукта независимо от его массы, в мыле определяют *качественное число* (КЧ, г) – оно представляет собой произведение номинальной массы куска мыла в граммах на процентное содержание жирных кислот, которое должно быть в данном виде мыла.

*Титр* – температура застывания жирных кислот, выделенных из мыла, (Т, °С) туалетного мыла ограничен определенным интервалом температур (35–44 °С). Мыло с более низкой величиной титра имеет недостаточную твердость, повышенные истираемость и расход. При более высоком титре понижается растворимость и моющая способность мыла.

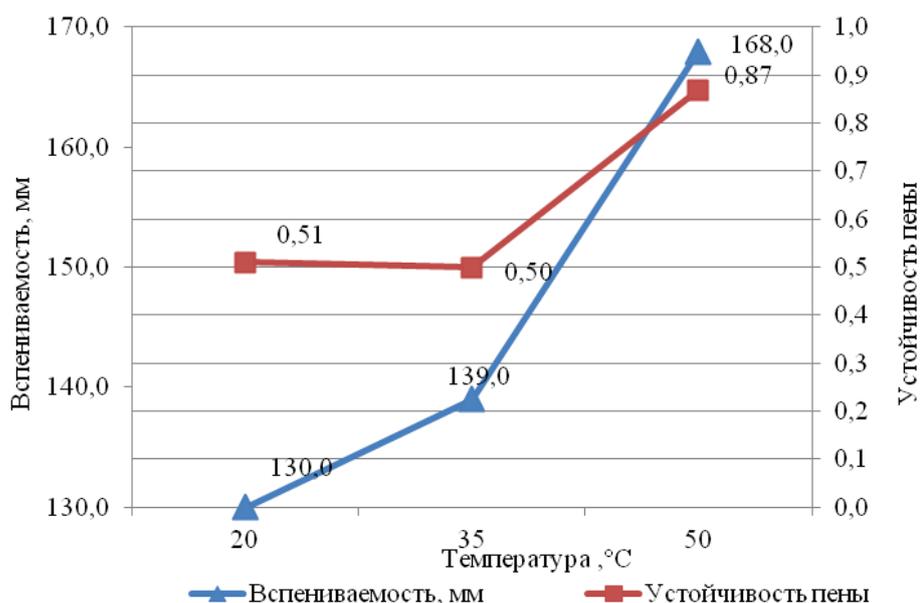


Рис. 1. Динамика пенообразующей способности декоративного мыла «Exotic Fresh» производства ЗАО «Витекс» при различных температурах

Fig 1. Dynamics of the foaming capacity of decorated soap «Exotic Fresh» produced by CJSC «Vitex» at various temperatures

Йодное число (ЙЧ, гI<sub>2</sub>/100 г) характеризует количество непредельных жирных кислот в жировой смеси, которое во избежание прогоркания не должно превышать 55–60 гI<sub>2</sub>/100 г [16–19].

Особое внимание в туалетном мыле уделяется так же содержанию свободной едкой щелочи, которая обладает раздражающим действием. Согласно ГОСТ 790–89 «Мыло хозяйственное и мыло туалетное. Правила приемки и методики выполнения измерений» для туалетного мыла массовая доля свободной едкой щелочи ( $\omega_{\text{ТNaOH}}$ , %) не должна превышать 0,03–0,05 %.

В табл. 4 представлены результаты исследования основных физико-химических показателей прозрачных мыл промышленного производства, представленных на внутреннем рынке Республики Беларусь.

Таблица 4. Физико-химических показателей образцов прозрачных мыл  
Table 4. Physical and chemical parameters of transparent soaps samples

№	Наименование образца	ЖК, %	КЧ, г	T, °C	$\omega_{\text{ТNaOH}}$ %	ЙЧ, гI <sub>2</sub> /100г
1	Твердое крем-мыло детское (РБ)	81,5	81,5	43,2	отсутствует	47,8
2	Декоративное мыло «Exotic Fresh» (РБ)	21,7	21,7	–		*
3	Мыло косметическое прозрачное «Чистая линия» (РП)	75,4	60,3	42,9		49,0
4	Мыло глицириновое «Лаймовый пудинг» (Украина)	73,1	51,2	41,5	0,01	49,2
5	Мыло Dugu Gourmet «Вишневый пирог» (Турция)	81,5	73,4	43,7	0,03	46,3

\* – содержание ниже предела обнаружения

Результаты исследования показали, что все отобранные образцы отличаются низким содержанием свободной щелочи, вплоть до ее отсутствия и не оказывают неблагоприятного воздействия на кожу.

Образцы № 1, 3–5 характеризуются высоким содержанием жирных кислот, титром и йодным числом, соответствующим требованиям нормативных документов. Вследствие низкого содержания

жирных кислот в мыле «Exotic Fresh» (ЗАО «Витекс», РБ) определить его титр и йодное число не представляется возможным.

Результаты исследования структурно-механических свойств исследуемых образцов представлены в табл. 5, на рис. 2.

Т а б л и ц а 5. Результаты исследования структурно-механических свойств прозрачных мыл  
 Table 5. Results of the study of structural-mechanical properties of transparent soaps

№	Наименование образца	Твердость, г/мм <sup>2</sup>	Н, %	υ, мг/мин	Прозрачность, баллов
1	Твердое крем-мыло детское	106,3	0,11	7,5	40
2	Декоративное мыло «Exotic Fresh»	28,1	отсутствует	110	90
3	Мыло косметическое прозрачное «Чистая линия»	78,1	0,39	8,3	80
4	Мыло глицериновое «Лаймовый пудинг»	76,7	0,42	13,0	50
5	Мыло Duru Gourmet «Вишневый пирог»	106,6	0,12	18,8	50

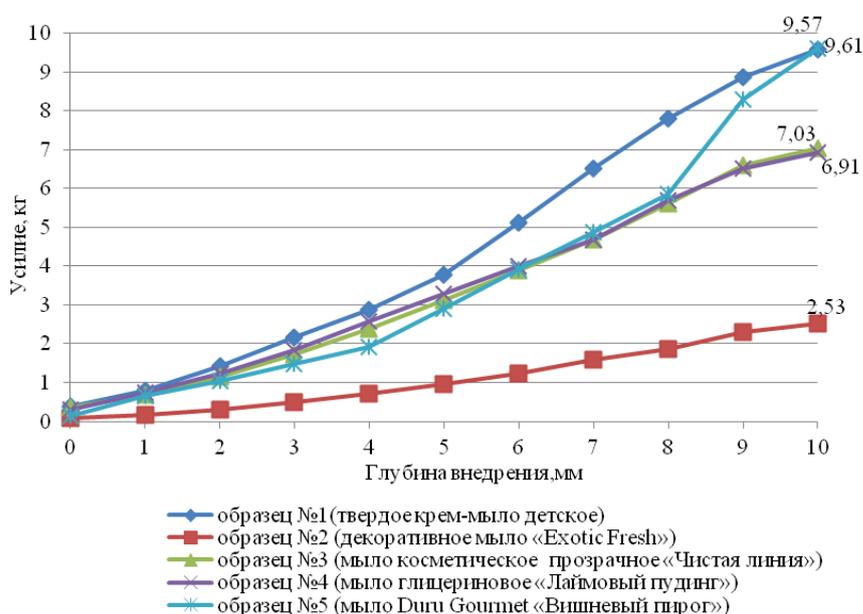


Рис. 2. Изменение усилия нагружения индентора в зависимости от глубины его внедрения  
 Fig. 2. The change in the loading force of the indenter, depending on the depth of its introduction

Результаты исследования показали, что оптимальными твердостными характеристиками обладают образцы № 3, 4 (усилие нагружения – 7,03 и 6,91 кг соответственно). Образцы № 1, 5 отличаются излишней твердостью и крошливостью, особенно выраженной в образце № 5 (9,61 кг). Образец № 2 характеризуется пониженным усилием нагружения (2,53 кг) и соответственно более пластичной консистенцией.

При исследовании процессов набухаемости и растворения в исследуемых мылах было выявлено, что образцы с высоким содержанием жирных кислот (образцы № 1, 3–5) отличаются низкой степенью набухания и скоростью растворения, таким образом, с точки зрения потребителя, они будут более экономичными и отличаться меньшей скоростью расходования.

Мыло с низким содержанием жирных кислот (образец № 2) более пластичное, отличается большей скоростью растворения, вследствие чего не удалось определить степень его набухания. Данное мыло неэкономично в использовании. Известно, что с целью повышения твердости таких мыл в их состав вводится углекислая сода, содержание которой не должно превышать 0,2–0,3 %. Исследования образцов показали, что углекислая щелочь была выявлена только в образце № 2 в количестве 0,06 %, что не превышает установленных норм.

При оценке потребительских характеристик прозрачного мыла нельзя забывать об эстетической привлекательности данной разновидности туалетного мыла, которая оценивается по степени его прозрачности [20, 21]. Существенное различие между прозрачным и полупрозрачным мылом связано с относительным количеством пропускаемого света. Под «прозрачным» понимается мыло, обладающее свойством пропускать свет без заметного рассеяния так, что предметы, размещенные позади бруска мыла, полностью различимы. Под «полупрозрачным» понимается мыло обладающие свойством пропускать свет частично или диффузно так, что предметы, размещенные за ним, не могут быть четко различимы. Матовое кусковое мыло не позволяет свету проходить через него.

В данном исследовании использована методика, широко применяемая в международной торговой практике, в соответствии с которой, прозрачность мыла определяют по способности читать жирный шрифт размером 14 кеглей через образец кускового мыла толщиной четверть дюйма (6,4 мм). Результаты оценивали по 100 балльной шкале.

Исследования показали, что самым прозрачным оказался образец № 2, образец № 3 также отличался хорошей прозрачностью и возможные затруднения с читабельностью текста, скорее всего, вызваны используемым красителем. Остальные образцы можно отнести к полупрозрачным мылам. На основании полученных данных установлено, что по совокупности показателей наиболее удачным образцом является образец № 3 (мыло косметическое прозрачное «Чистая линия») производства Республики Польша (рис. 3).

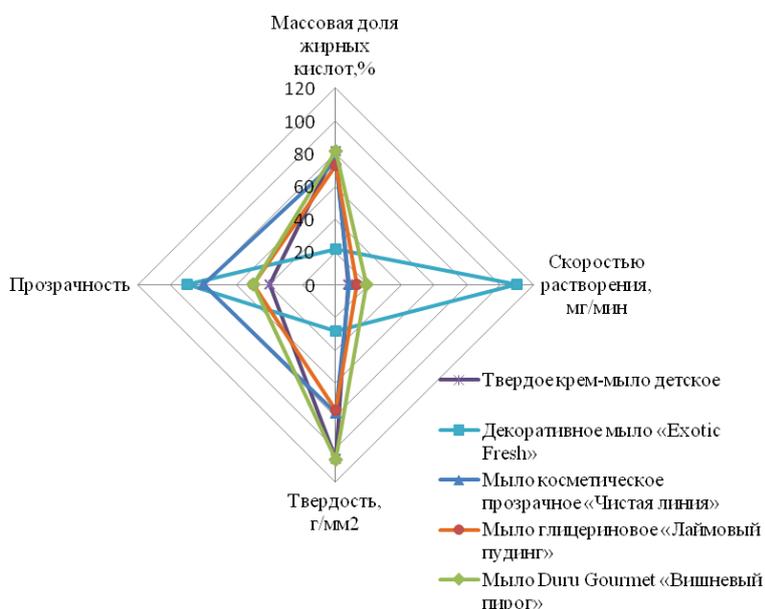


Рис. 3. Сводная диаграмма качественных показателей исследуемых образцов  
Fig. 3. Summary diagram of qualitative indicators of the samples under study

Данный образец отличается хорошей прозрачностью, высоким содержанием жирных кислот (75,4 %) и высокой твердостью (78,1 %) при достаточной пластичности, умеренной растворимостью (8,3 мг/мин) и набухаемостью (0,39 %), что говорит о его экономичности в использовании.

#### Заключение.

Исследования пенообразующей способности образцов прозрачных мыл промышленного изготовления представленных на рынке РБ показало, что прозрачные мыла с разнообразным жировым составом отличаются хорошей пенообразующей способностью и стойкостью пены как в холодной (при 20 °С), так и теплой воде (при 35 °С). В тоже время мыло на основе стеарата натрия обладает достаточным пенообразованием только в горячей воде (при 50 °С). Этот факт свидетельствует об определяющем влиянии жирно-кислотного состава прозрачных туалетных мыл на их пенообразующую способность.

Основными физико-химическими показателями, характеризующими качество мыла, в том числе его скорость расходования, консистенцию, а также технологические свойства мыла являются: процентное содержание жирных кислот, титр и йодное число используемых кислот.

Основными структурно-механическими свойствами прозрачного мыла наиболее важными для потребителя являются твердость, набухаемость, растворимость, прозрачность.

Результаты исследования физико-химических показателей показали, что все исследуемые образцы, за исключением декоративного мыла «Exotic Fresh» (ЗАО «Витекс», РБ) характеризуются высоким содержанием жирных кислот (более 73 %), титром и йодным числом, соответствующими требованиям нормативных документов.

Оптимальными твердостными характеристиками обладают мыло косметическое прозрачное «Чистая линия» (РП), мыло глицериновое «Лаймовый пудинг» (Украина). Твердое крем-мыло детское (РБ) и Мыло Dugu Gourmet «Вишневый пирог» (Турция) отличаются излишней твердостью и крошливостью. Декоративное мыло «Exotic Fresh» (РБ) характеризуется низкой твердостью, но обладает самой пластичной консистенцией.

Все образцы с высоким содержанием жирных кислот отличаются низкой степенью набухания и скоростью растворения, таким образом, с точки зрения потребителя, они будут более экономичными и отличаться меньшей скоростью расходования. Мыло с низким содержанием жирных кислот отличается большой скоростью растворения. Вследствие этого мыло неэкономично в использовании. По совокупности показателей наиболее удачным образцом является мыло косметическое прозрачное «Чистая линия» (Республики Польша). Данный образец отличается высоким содержанием жирных кислот и высокой твердостью при достаточной пластичности, умеренной растворимостью и набухаемостью, что говорит о его экономичности в использовании, хорошей прозрачностью и привлекательной ценой.

#### Благодарности

Исследования, описанные в данной работе, были проведены в рамках задания № 20160712 Государственной программы научных исследований «Качество и эффективность агропромышленного производства» (подпрограмма «Продовольственная безопасность»).

#### Acknowledgments

The research described in this work was carried out within the framework of the task No. 20160712 of the State Program of Scientific Research «Quality and Efficiency of Agro-Industrial Production» (subprogram «Food Security»).

#### Список использованных источников

1. Згурская, М. Косметика и мыло ручной работы / М. Згурская. – Харьков: Фолио, 2014. – 180 с.
2. Арутюнян, Н.С. Рафинация масел и жиров. Теоретические основы, практика, технология, оборудование / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, Е.А. Нестерова. – М.: ГИОРД, 2005. – 288 стр.
3. Товбин, И.М. Производство мыла / И.М. Товбин, М.Н. Залиопо, А.М. Журавлев. – М.: «Пищевая промышленность», 1976. – 205 с.
4. Журавлев, А.М. Справочник по мыловаренному производству / А.М. Журавлев [и др.]; под ред. канд. техн. наук И.М. Товбина. – Москва : Пищевая промышленность, 1974. – 518 с.
5. Брусок усовершенствованного моющего средства и способ производства: пат. RU 2 294 359 С2: МПК С11D9/00, С11D9/48, С11D17/00 / Чокаппа Д.К., Дханука В.Р., Мхатре С.Ш.; дата публ.: 27.02.2007.
6. Прозрачное мыло, включающее флуорофор: пат.024736: МПК С11D 17/00, С11D 9/32/ Агаркхед А.М., Чаттерджи А.; дата публ.: 08.18.2016.
7. Состав прозрачного твердого мыла: пат. JP2002256296: МПК С11D1/04; С11D1/72; С11D1/722; С11D1/90; С11D1/94; С11D10/04; С11D17/00; С11D17/06; С11D3/20; С11D9/26; С11D1/66; (IPC1-7): С11D1/04; С11D1/72; С11D1/722; С11D1/90; С11D1/94; С11D10/04; С11D17/06 / Шишейдо Х.; дата публ.: 11.09.2002.
8. Состав прозрачного мыла и его производство: пат. JPH10147800: МПК С11D1/10; С11D10/04; С11D13/16; С11D17/00; С11D9/26; (IPC1-7): С11D1/10; С11D10/04; С11D13/16; С11D17/00; С11D9/26 / Камагата Х.; Нагашима Т.; дата публ.: 02.06.1998.
9. Прозрачное мыло: пат. JPH10158696: МПК С11D17/00; С11D9/26; (IPC1-7): С11D17/00; С11D9/26 / Шугамори Ш., Камагата Х.; Нагашима Т., Иванага М.; дата публ.: 16.06.1998.
10. Рево, А.Я. Практикум по органической химии / А.Я. Рево. – М.: Высшая школа, 1971. – 208 с.

11. Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий. – М. : Химия, 1975. – 512 с.
12. Шарп Дж., Госни И., Роули А. Практикум по органической химии / Дж. Шарп, И. Госни, А. Роули – Москва: Изд-во «Мир», 1993. – 240 с.
13. Средства моющие синтетические. Метод определения пенообразующей способности: ГОСТ 22567.1-77. Введ. 01.07.78. – Минск: Госстандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012. – 6 с.
14. Мыло хозяйственное твердое и мыло туалетное. Правила приемки и методы выполнения измерений: ГОСТ 790-89. Введ. 01.01.90. – Минск: Гос-стандарт: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 14 с.
15. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров / редкол.: А.Г. Сергеев [и др.]. – Ленинград, 1975. – Т. IV: Производство глицерина, жирных кислот. Хозяйственного и туалетного мыла и синтетических моющих средств. – 544 с.
16. Аротюнян, Н.С. Технология переработки жиров / Н.С. Аротюнян [и др.]. М. : Агропромиздат, 1985. – 368 с.
17. Ермакова, В.П. Современные косметические товары: ассортимент, потребительские свойства, экспертиза качества. Часть 3. Туалетные и парфюмерные мыла / В.П. Ермакова. – Бийск: Изд-во Алт. гос. тех. ун-та, 2007. – 84 с.
18. Беззубов, Л.П. Химия жиров. Изд. 2-е./ Л.П. Беззубов. – М. : «Пищевая промышленность», 1975, 280 с.
19. Товбин, И.М. Справочник по мыловаренному производству/ И.М. Товбин и [и др]; под редакцией канд. техн. наук И.М. Товбина. – М. : «Пищевая промышленность», 1974 – 517 с.
20. Андрусевич, Д.А. Товароведение промышленных и продовольственных товаров / Д.А. Андрусевич. – Москва : Госторгиздат, 1953. – 346 с.
21. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия / Л.А. Сарафанова. – СПб: ГИОРД, 2004. – 809 с.

### References

1. Zgurskaya M. Cosmetics and handmade soaps / M. Zgurskaya. –Kharkov: Folio, 2014. – 180 p.
2. Harutyunyan N.S. Refining of oils and fats. Theoretical bases, practice, technology, equipment / N.S. Arutyunyan, E.P. Kornena, E.A. Nesterov. – Moscow: GIORД, 2005. – 288 p.
3. Tovbin I.M. Manufacture of soap / I.M. Tovbin, M.N. Zaliopo, A.M. Zhuravlev. – Moscow: “The Food Industry”, 1976. – 205 p.
4. Zhuravlev A.M. Handbook on Soap Production / A.M. Zhuravlev [et al]; Ed. Cand. tech. Sciences of I.M. Tovbina. – Moscow: Food. prom-st, 1974. – 518 p.
5. A bar of the improved detergent and a way of production: Pat. RU 2 294 359 C2: IPC C11D9 / 00, C11D9 / 48, C11D17 / 00 / Chokappa DK, Dhanuka VR, Mkhath-re SS; date of publication: 27.02.2007.
6. Transparent soap comprising a fluorophore: pat. 024736: IPC C11D 17/00, C11D 9/32 / Agarkhed A. M., Chatterjee A.; date of publication: 08.18.2016.
7. The composition of a transparent solid soap: pat. JP2002256296: IPC C11D1 / 04; C11D1 / 72; C11D1 / 722; C11D1 / 90; C11D1 / 94; C11D10 / 04; C11D17 / 00; C11D17 / 06; C11D3 / 20; C11D9 / 26; C11D1 / 66; (IPC1-7): C11D1 / 04; C11D1 / 72; C11D1 / 722; C11D1 / 90; C11D1 / 94; C11D10 / 04; C11D17 / 06 / Shisheedo H.; date of publication: 11.09.2002.
8. The composition of transparent soap and its production: pat. JPH10147800: MPC C11D1 / 10; C11D10 / 04; C11D13 / 16; C11D17 / 00; C11D9 / 26; (IPC1-7): C11D1 / 10; C11D10 / 04; C11D13 / 16; C11D17 / 00; C11D9 / 26 / Hamagata H.; Nagashima T.; date of publication: 06/02/1998.
9. Transparent soap: pat. JPH10158696: MPC C11D17 / 00; C11D9 / 26; (IPC1-7): C11D17 / 00; C11D9 / 26 / Shugamori Sh., Kamagata H.; Nagashima T., Ivanaga M.; date of publication: 16.06.1998.
10. Revo A.Ya. Practical work on organic chemistry / A.Ya. Revo. – Moscow: Higher School, 1971. – 208 p.
11. Voyutsky S.S. The course of colloid chemistry / S.S. Voyutskii. – Moscow: Chemistry, 1975. – 512 p.
12. Sharp J., Gosni I., Rowley A. Practical work on organic chemistry / J. Sharp, I. Gosni, A. Rowley – Moscow: Izd-vo “Mir”, 1993. – 240 p.

13. Synthetic detergents. Method for determining the foaming ability: GOST 22567.1-77. Enter. 01/07/78. – Minsk: Gosstandart: Belarusian. state. Institute of Standardization and Certification, 2012. – 6 p.
14. Household soap and toilet soap. Acceptance rules and measurement methods: GOST 790-89. Enter. 01.01.90. – Minsk: State standard: Belarusian. state. Institute of Standardization and Certification, 2010. – 14 p.
15. Manual on the technology of production and processing of vegetable oils and fats / editor: A.G. Sergeev [and others]. – Leningrad, 1975. – Т. IV: Production of glycerin, fatty acids. Household and toilet soaps and synthetic detergents. – 544 p.
16. Artyunyan N.S. Technology of processing of fats / N.S. Artyunyan [and others]. M.: Agropromizdat, 1985. – 368 p.
17. Erdakova V.P. Modern cosmetic products: assortment, consumer properties, quality examination. Part 3. Toiletry and perfume soap / V.P. Yerdakova. – Biysk: Publishing house Alt. state. those. University, 2007. – 84 p.
18. Bezzubov L.P. Chemistry of fats. Ed. 2-e. / L.P. Without teeth. – M., “Food Industry”, 1975 – 280 p.
19. Tovbin I.M. Handbook of soap production / I.M. Tovbin and [and others]; under the re-designation of Cand. tech. Sciences I.M. Tovbina, “Food Industry”, 1974. – 517 p.
20. Andrusevich D.A. Commodity research of industrial and food products / D.A. Andrusevich. – Moscow: Gostorgizdat, 1953. – 346 p.
21. Sarafanova L.A. Nutritional Supplements: Encyclopedia / L.A. Sarafanova. – St. Petersburg: GIORD, 2004. – 809 p.

#### Информация об авторах

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

*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

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

#### Information about authors

*Babodey Valentina Nikolaevna* – head of the Department of Confectionery and Fat-and-Oil products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

*Zhakova Kristina Ivanovna* – candidate of Technical Sciences, Scientific Secretary of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: zhakova@belproduct.com

*Pchelnikova Anna Vladimirovna* – Research Fellow of the Department of Confectionery and Fat-and-Oil Products of RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: info@belproduct.com

**Л.М. Павловская, Л.А. Гапеева**

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

## **ПРУДОВАЯ РЫБА – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ**

**Аннотация:** Дана общая характеристика химического состава мяса рыб. Определено, что рыба является источником полноценного белка, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов, которые необходимы для улучшения качества питания. Полезность продуктов зависит от химического состава и характеризуется пищевой, энергетической, биологической и органолептической ценностью. Показателем качества пищевого белка является степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка. Приведены результаты исследования пищевой и биологической ценности прудовой рыбы, выращиваемой в ОАО «Рыбокомбинат «Любань». Определен биохимический состав мяса рыб, сделаны выводы о качестве и полноценности его для питания. Установлено, что все изученные виды прудовых рыб представляют ценный белковый продукт с содержанием белка от 16,7 % у карпа, до 18,5 % у щуки. Жирнокислотный состав близок к рекомендуемым медицинским нормам по соотношению между группами насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Потенциальные возможности республики располагают всеми ресурсами для развития рыбной отрасли. Расширение ассортимента рыбопродуктов из местного сырья окажет положительное влияние на здоровье населения. Прудовая рыба, выращиваемая в ОАО «Рыбокомбинат «Любань», обладает комплексом физико-химических показателей, позволяющих характеризовать ее как ценное сырье, представляющее интерес для производства широкого ассортимента рыбных консервов с особым вниманием к группе карпа и толстолобика.

**Ключевые слова:** прудовая рыба, пищевая и биологическая ценность, аминокислотный состав, полиненасыщенные жирные кислоты, продукция из рыбного сырья

**L.M. Pavlovskaya, L.A. Hapeyeva**

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

## **POND FISH – PROMISING RAW MATERIALS FOR INDUSTRIAL PROCESSING**

**Abstract:** The general characteristics of the chemical composition of fish meat are given. It is determined that fish is a source of high-grade protein, polyunsaturated fatty acids, vitamins, which are necessary to improve the quality of nutrition. The usefulness of products depends on the chemical composition and is characterized by food, energy, biological and organoleptic value. The indicator of the quality of food protein is the degree of correspondence of its amino acid composition to the needs of the organism in amino acids for protein synthesis. The results of a study of the nutritional and biological value of pond fish grown in JSC “Rybokombinat “Luban” are given. The biochemical composition of fish meat is determined, conclusions are drawn about its quality and its usefulness for nutrition. It has been established that all studied species of pond fish represent a valuable protein product with a protein content of 16.7 % in carp, up to 18.5 % in pike. The fatty acid composition is close to the recommended medical standards for the ratio between saturated and unsaturated fatty acid groups. Potential opportunities of the republic have all the resources for the development of the fishing industry. Expansion of assortment of fish products from local raw materials will have a positive impact on the health of the population. Pond fish, which is grown in JSC “Rybokombinat “Luban”, has a complex of physico-chemical indicators that make it possible to characterize it as a valuable

raw material of interest for the production of a wide range of canned fish with special attention to the group of cyprinids.

**Keywords:** pond fish, food and biological value, amino acid composition, polyunsaturated fatty acids, products from fish raw materials

**Введение.** Производство пищевой продукции из рыбного сырья играет значимую роль в обеспечении продовольственной безопасности населения республики. Это подтверждается высокой биологической и пищевой ценностью рыбы.

Пресноводные рыбы живут и нерестуют в пресных водоемах. К ним относят, вылавливаемые в реках, озерах, прудах: линь, форель, карась, карп, сом и другие [1].

Химический состав мяса рыб характеризуется содержанием в нем воды, жира, азотистых и минеральных веществ, а также ферментов, витаминов. Общее количество всех белковых веществ в мясе рыб составляет, в среднем, около 16 %. Белки мяса рыб полноценны, имеют в своем составе все незаменимые аминокислоты в хорошо сбалансированном для потребления соотношении. Рыбный белок очень хорошо усваивается (на 90–98 %). Азотистые экстрактивные вещества придают рыбе специфический вкус, запах и влияют на секрецию пищеварительных соков у человека, возбуждая аппетит и способствуя лучшему усвоению пищи. В связи с этим, уха является более питательным пищевым продуктом, чем бульон из мяса теплокровных животных. Содержание жира в мясе рыб от 0,5 до 33 % и зависит от вида рыб, поэтому их условно делят на три группы: тощие, у которых содержание жира в теле не превышает 4 % (тресковые, судак, щука), средней жирности – от 4 % до 8 % жира (большинство карповых рыб, сом, камбала) и жирные – количество жира в теле более 8 % (осетровые, лососевые, сельдевые и др.) [1, 2].

Рыбная отрасль Беларуси имеет реальные природные, ресурсные, рыночные и экономические предпосылки для устойчивого развития.

Основное производство рыбы в Республике Беларусь осуществляется путем выращивания ее в прудовых рыбоводных хозяйствах, входящих в систему Министерства сельского хозяйства и продовольствия. Изучение химического состава и биологической ценности промысловых видов прудовой рыбы, выращенной в условиях рыбоводческих хозяйств республики, представляет научный интерес для обоснования и прогнозирования путей и методов ее промышленной переработки и вывода на рынок новых продуктов отечественного производства.

Объектом исследования являлась прудовая рыба, выращиваемая в ОАО «Рыбокомбинат «Любань» – карп, толстолобик, амур белый, щука, сом, карась. Была поставлена задача – установить ее питательную ценность и выявить наиболее перспективные виды для промышленной переработки на вводимых в эксплуатацию мощностях консервного цеха предприятия.

Полезность продуктов определяется, прежде всего, их способностью удовлетворять потребности человека в питании. Она зависит от химического состава и особенностей превращений различных веществ этих продуктов в организме человека и характеризуется такими основными потребительскими свойствами, как пищевая, энергетическая, биологическая, физиологическая и органолептическая ценности, а также биологической эффективностью, усвояемостью и безопасностью [3].

Ценность рыбных продуктов, в первую очередь, основывается на содержании в них полноценных легкоусвояемых белков животного происхождения с необходимым набором незаменимых аминокислот, которые не синтезируются в организме и должны поступать с пищей. К незаменимым относят 8 следующих аминокислот – фенилаланин, триптофан, лейцин, валин, изолейцин, лизин, метионин, треонин. К частично заменимым аминокислотам относят аргинин и гистидин, так как в организме они синтезируются довольно медленно [4]. Кроме своей главной функции – участие в биосинтезе тканевых белков и ферментов – незаменимые аминокислоты выполняют еще и свои сугубо специфические функции. Так, лизин и гистидин связаны с процессом кроветворения, лейцин и изолейцин необходимы для нормальной работы щитовидной железы, фенилаланин – щитовидной железой и надпочечников, метионин оказывает влияние на обмен липидов, обеспечивает антитоксичную функцию печени и играет большую роль в деятельности нервной системы.

Для определения биологической ценности белков рассчитывают показатель аминокислотный скор (АКС), представляющий собой отношение содержания незаменимой аминокислоты в исследуемом белке к ее количеству в эталонном белке.

Также ценность рыбы представляется в содержании полиненасыщенных жирных кислот. По химической природе жиры представляют собой смесь сложных эфиров трехатомного спирта глицери-

на и высших жирных кислот. Жирные кислоты представлены тремя классами соединений: насыщенными жирными кислотами, мононенасыщенными и полиненасыщенными жирными кислотами. Насыщенные жирные кислоты обладают невысокой биологической активностью и в умеренных количествах являются самым мощным источником энергии. Ненасыщенные жирные кислоты необходимы для нормальной работы всего организма [5].

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

Отбор проб, подготовку и проведение испытаний проводили общепринятыми и специальными физическими, химическими и органолептическими методами оценки и анализа свойств сырья, регламентированные техническими нормативными правовыми актами в области технического нормирования и стандартизации [6, 7, 8, 9].

В программу проведения испытаний были включены следующие показатели:

- ♦ массовая доля жира;
- ♦ массовая доля белка;
- ♦ массовая доля витамина D;
- ♦ массовая доля витамина А;
- ♦ массовая доля витамина Е;
- ♦ массовая доля аминокислот (аспартат, глутамат, серин, гистидин, глицин, треонин, аргинин, аланин, тирозин, цистин, валин, метионин, фенилаланин, изолейцин, лейцин, лизин);
- ♦ массовая доля жирных кислот.

**Результаты и их обсуждение.** По результатам исследований проведен расширенный анализ качественного состава карпа, толстолобика, амура белого, щуки, сома и карася.

Основную структурную массу рыб составляют белок и жиры, а их количество характеризует величину энергетической ценности.

Оценка качества белка является основным критерием для определения полноценности продукта.

Анализ результатов исследования по содержанию белка показал, что массовая доля белка во всех представленных образцах рыб достаточно велика и находится в пределах от 16,7 % до 18,5 % (рис. 1).

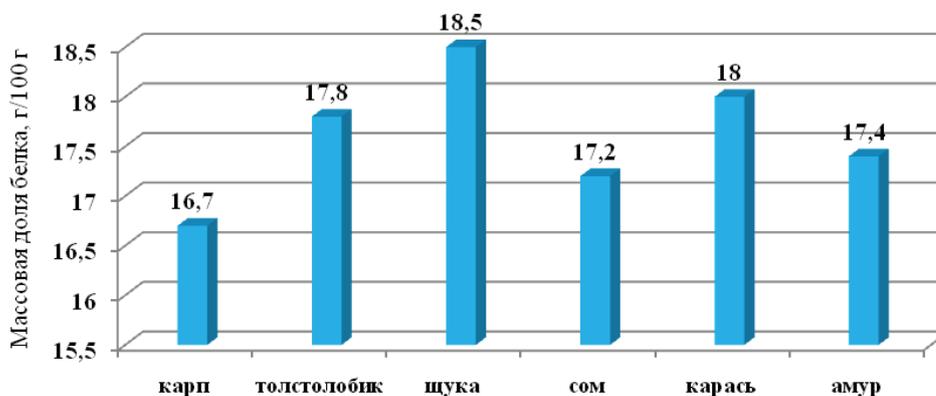


Рис. 1. Содержание белка в прудовой рыбе  
Fig. 1. Protein content in pond fish

Самое высокое значение белка из исследованных образцов отмечено в образцах щуки (18,5 %), а самое низкое – в образцах карпа (16,7 %).

Для конкретизации состава белковых веществ были проведены исследования содержания шестнадцати аминокислот из теоретически возможных двадцати одной, в том числе восемь незаменимых, которые не синтезируются в организме человека и должны поступать с пищей.

Результаты показали, что исследованный диапазон аминокислот по весу составляет более 80 % от установленных значений белка, что дает основание с высокой степенью достоверности характеризовать питательную ценность исследуемых видов рыб по белковому составу. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Аминокислотный состав прудовой рыбы  
Table 1. Amino acid composition of pond fish

Наименование аминокислоты	Наименование рыбы					
	Содержание аминокислоты, г на 100 г белка					
	каarp	толстолобик	щука	сом	карась	амур белый
Аспаргат	1,4953	1,7442	1,6686	1,3943	1,3871	1,5289
Глутамат	2,4208	2,8871	2,7526	2,4410	2,3617	2,6844
Серин	0,7679	0,8235	0,7932	0,8261	0,7419	0,7569
Гистидин	0,5053	0,5144	0,3168	0,3561	0,4377	0,3839
Глицин	1,5663	0,8798	0,8175	1,7575	1,1910	0,8788
Треонин*	0,6698	0,7043	0,6854	0,6811	0,6356	0,6497
Аргинин	1,0754	0,9967	1,1710	1,0902	0,9051	0,9141
Аланин	1,1849	1,0799	1,0158	1,1512	1,0167	0,9758
Тирозин	0,4306	0,5606	0,5269	0,4041	0,4206	0,5105
Цистин	0,0609	0,0413	0,0393	0,0522	0,0441	0,0379
Валин*	0,4219	0,4939	0,4752	0,3923	0,4123	0,4333
Метионин*	0,4292	0,4764	0,4979	0,3663	0,3772	0,4379
Фенилаланин*	0,5946	0,6992	0,6703	0,5644	0,6045	0,6086
Изолейцин*	0,3805	0,4550	0,4387	0,3703	0,3754	0,4073
Лейцин*	1,0604	1,3175	1,2564	1,0252	1,0579	1,1933
Лизин*	1,3519	1,6731	1,6025	1,2725	1,3260	1,5104
Общая сумма идентичных аминокислот	14,4157	15,3469	14,7281	14,1448	13,2948	13,9117

\* незаменимая аминокислота

Согласно табл. 1 установлено, что содержание незаменимых аминокислот в белках рыб находится в следующих пределах (в г, на 100 г): треонина – 0,6–0,7; валина – 0,39–0,49; метионина – 0,36–0,49; фенилаланина – 0,5–0,69; изолейцина – 0,3–0,45; лейцина – 1,0–1,3; лизина – 1,2–1,5.

Из проверенных шестнадцати аминокислот десять имеют наивысшее значение у образца толстолобика, причем из восьми исследованных незаменимых аминокислот, шесть имеют самые высокие значения. Несмотря на то, что у образца карпа установлено наименьшее из исследуемых образцов значение содержания белка (16,7 %), две аминокислоты – аланин и цистин имеют наивысшее значение.

Полноценность пищевого белка по аминокислотному составу может быть оценена при сравнении его с аминокислотным составом «идеального белка». Для взрослого человека в качестве «идеального белка» применяют аминокислотную шкалу Продовольственного комитета Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ, табл. 2). Так называемая «шкала ФАО» содержит минимальные требования к биологической ценности белка, способного удовлетворять потребность в незаменимых аминокислотах у взрослых людей при минимальном уровне требований к качеству жизни [10].

Таблица 2. Аминокислотная шкала ФАО/ВОЗ  
Table 2. FAO / WHO amino acid scale

Незаменимая аминокислота	Содержание (г) в 100 г «идеального белка»
Валин (Вал)	5
Лейцин (Лей)	7
Изолейцин (Иле)	4
Лизин (Лиз)	5,5
Метионин (мет)+Цистеин (Цис)	3,5
Треонин (Тре)	4
Триптофан (Три)	1
Фенилаланин (Фен) + Тирозин (Тир)	6

Результаты расчетов АКС приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3. Аминокислотный скор незаменимых кислот белка прудовых рыб  
 Table 3. AKS of irreplaceable acids of pond fish protein

Наименование рыбы	АКС для незаменимых аминокислот, %						
	Вал	Лей	Иле	Лиз	Мет+Цис	Тре	Фен+Тир
Карп	8,4	15,1	9,5	24,5	14,0	16,8	17,2
Толстолобик	9,8	19,6	11,5	30,4	14,6	17,5	20,8
Щука	9,4	18,0	11,0	29,1	15,1	17,0	19,8
Сом	7,8	14,6	9,3	23,1	12,0	17,0	16,0
Карась	8,2	15,1	9,4	24,2	11,7	15,9	17,0
Амур белый	8,6	17,0	9,5	27,5	13,5	16,3	18,7

Аминокислота, скор которой имеет самое низкое значение, называется первой лимитирующей аминокислотой. Значение сора этой аминокислоты определяет биологическую ценность и степень усвоения белков.

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %) показывает среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора незаменимой кислоты и вычисляется по формуле (1):

$$КРАС = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta PAC_i}{n}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество незаменимых аминокислот;  $PAC_i$  – разность между значением аминокислотного сора  $i$ -незаменимой аминокислоты и аминокислотным скором первой лимитирующей аминокислоты.

Далее рассчитали биологическую ценность (БЦ) белка (%) по формуле:

$$БЦ = 100 - КРАС.$$

Результаты представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Оценка биологической ценности белка рыб  
 Table 4. Assessment of the biological value of fish protein

Наименование показателя	Наименование рыбы					
	карп	толстолобик	щука	сом	карась	амур белый
Коэффициент различия аминокислотных скоров (КРАС), %	6,7	7,9	7,7	6,5	6,4	7,3
Биологическая ценность (БЦ), %	93,3	92,1	92,3	93,5	93,6	92,7

Коэффициент различия аминокислотного сора, который указывает на избыточное количество незаменимых аминокислот, минимален для сома (6,5 %), карася (6,4 %) и карпа (6,7 %). Белки мяса карпа, сома и карася обладают максимальной биологической ценностью – 93,3 %, 93,5 % и 93,6 % соответственно.

Исследования содержания жира показали, что мясо рыб карпа и сома относится к группе средней жирности и превышает 6 весовых процента. Содержание жира в толстолобике, карасе, амуре составляет 2–3 %. Наименьшее содержание жира установлено в образцах щуки (1,7 %). Результаты исследований массовой доли жира представлены на рис. 2.

По химической природе жиры представляют собой смесь сложных эфиров трехатомного спирта глицерина и различных жирных кислот. Структурное многообразие липидов в основном обусловлено наличием в их составе различных жирных кислот.

Насыщенные жирные кислоты обладают невысокой биологической активностью и в больших количествах могут оказывать отрицательное действие на жировой и холестериновый обмены, хотя в умеренных количествах являются самым мощным источником энергии.

Ненасыщенные жирные кислоты необходимы для нормальной работы всего организма. Они обладают антиоксидантными свойствами и защищают холестерин, содержащийся в крови, от окисления. Они имеют свойство превращаться в молекулы-посредники, стимулирующие или подавляющие воспаление, очень полезны при распухании суставов, болях в мышцах, костных болях, что нередко отмечается у пожилых людей. Ненасыщенные жирные кислоты укрепляют иммунную систему, смягчают проявления ревматоидного артрита и остеоартрита.

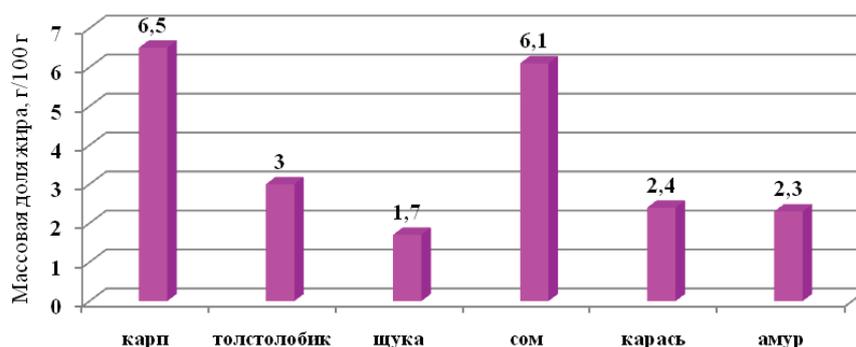


Рис. 2. Содержание жира в прудовой рыбе  
Fig. 2. Lipid content in pond fish

Жирнокислотный состав исследованных рыб представлен в табл. 5.

Таблица 5. Содержание жирных кислот в прудовой рыбе  
Table 5. Content of fatty acids in pond fish

Наименование жирных кислот	Содержание жирных кислот, %					
	каarp	толсто-лобик	щука	сом	карась	белый амур
Лауриновая	~	0,3	~	~	~	~
Миристиновая	1,2	3,2	2,2	2,6	2,1	2,7
Пентадециловая	~	0,7	1,0	0,8	0,8	0,8
Пальмитиновая	20,0	18,2	17,3	16,6	13,8	23,0
Пальмитинолеиновая	7,5	11,9	5,9	9,4	5,2	7,2
Маргариновая	0,3	1,2	1,7	1,4	0,9	1,1
Маргаринолеиновая	~	1,1	0,8	1,0	0,6	0,5
Стеариновая	6,5	3,7	6,5	3,8	2,6	3,7
Олеиновая	42,7	26,7	16,7	19,2	25,4	41,8
Линолевая	13,7	4,1	9,4	8,3	24,9	12,5
Линоленовая	2,0	1,9	1,6	1,8	2,7	1,5
Арахидиновая	~	0,2	0,4	0,2	~	0,3
Гондоиновая	2,9	8,0	5,6	11,6	7,2	2,4
Эйкозодиеновая	0,4	0,4	0,7	0,5	0,8	0,6
Бегеновая	0,2	~	~	~	~	~
Эйкозатриеновая	1,2	2,7	5,4	2,8	3,0	0,8
Эруковая	~	0,3	~	0,4	0,4	0,3
Трикозановая	~	1,2	0,5	1,2	0,4	~
Докозодиеновая	0,7	3,4	3,9	4,2	3,4	~
Эйкозапентаеновая	~	~	~	0,3	~	~
Лигноцерининовая	~	2,3	~	~	~	~
Нервоновая	~	~	0,4	0,5	0,2	~
Докозагексаеновая	0,6	7,8	17,7	12,3	4,0	~

~ менее 0,2 %.

Весовое соотношение жирнокислотных групп представлено на диаграммах (рис. 3). Следует отметить, что порядка 30 % от веса жира приходится на долю насыщенных жирных кислот у образцов карпа, толстолобика, щуки, сома и амура. И только у карася 20,6 % приходится на долю насыщенных жирных кислот, что указывает на его особую пищевую ценность, как источника ненасыщенных жирных кислот.

Следует отметить, что в рыбе содержится докозагексаеновая кислота, которая играет существенную роль для формирования мозга и зрения ребенка, полезна для кровообращения, в том числе мозгового [11].

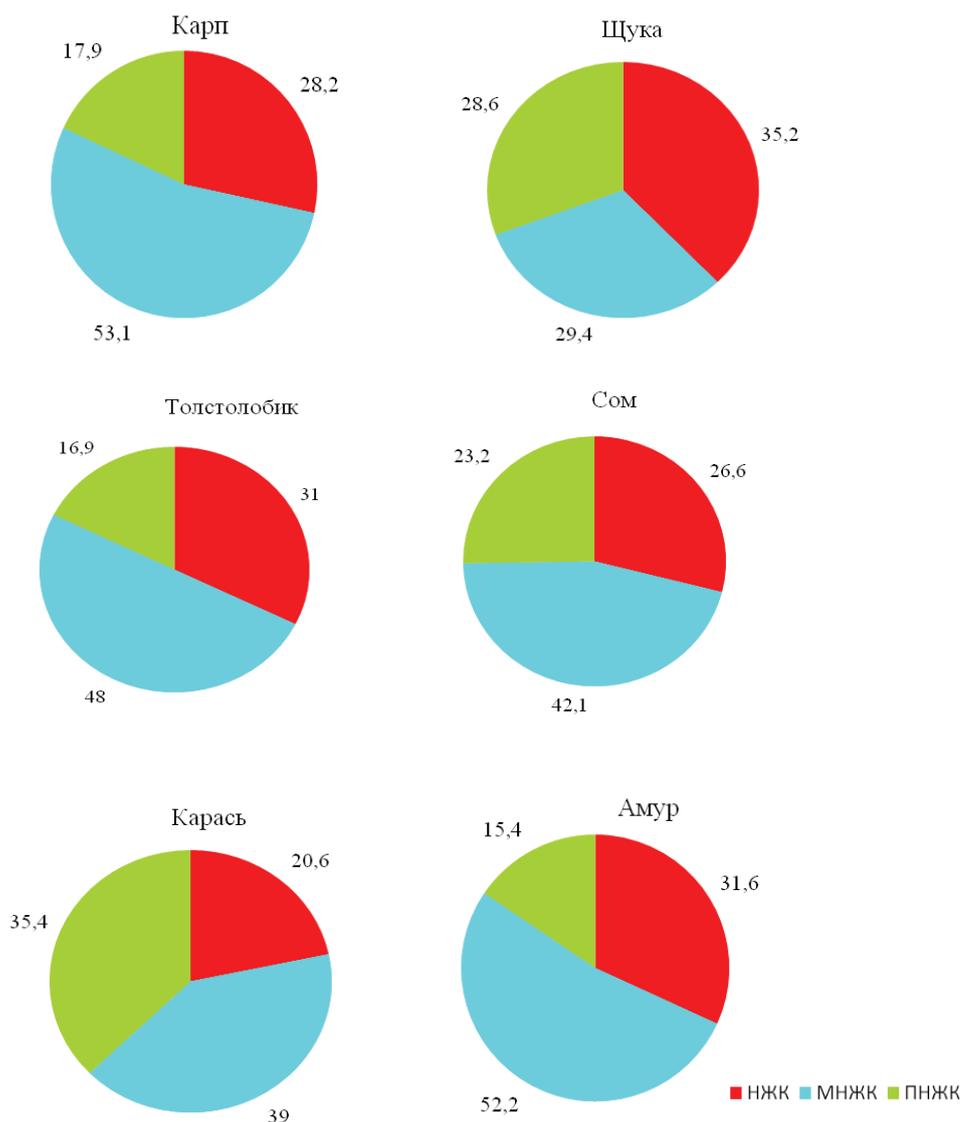


Рис. 3. Содержание жирных кислот в прудовой рыбе  
 Fig. 3. The content of fatty acids in pond fish

Наибольшее содержание мононенасыщенных жирных кислот установлено у карпа (53,1 % от веса жира), у амура белого (52,2 %), у толстолобика (48 %). Мононенасыщенные жирные кислоты во всех образцах рыбы (20–40 % от всех жиров) в основном представлены олеиновой кислотой, порядка 5–7 % – пальмитиновой, от 3 % у амура и карпа до 11,6 % у сома – гондоиновой кислотой, в незначительных количествах присутствуют и другие кислоты.

Положительные свойства мононенасыщенных жирных кислот весьма разнообразны, в частности они предотвращают налипание атеросклеротических бляшек на стенки сосудов, снижая риск возникновения инфаркта, инсульта и атеросклероза, потенцируют утилизацию («сжигание») жировых отложений, способствуют расщеплению насыщенных жирных кислот [12].

Санитарными нормами и правилами «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» установлено рекомендуемое содержание полиненасыщенных жирных кислот в рационе – 5–10 % от калорийности суточного рациона [13].

Самыми ценными из группы полиненасыщенных жирных кислот считают комплексы Омега-3 и их производные простогландины и Омега-6. Эти кислоты не синтезируются самостоятельно в человеческом организме, но жизненно необходимы для него. Оптимальным соотношением в продуктах между Омега-3 и Омега-6 является соотношение 1 : 3 или 1 : 4.

На рис. 4 представлены фактические значения Омега-3 и Омега-6 жирных кислот. Результаты показали, что оптимальным является это соотношение у образцов карпа и карася.

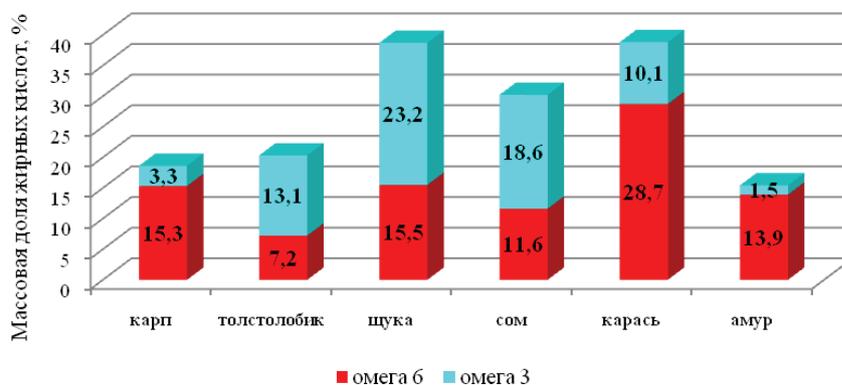


Рис. 4. Значения Омега-3 и Омега-6 жирных кислот в прудовой рыбе  
 Fig. 4. The values of Omega-3 and Omega-6 fatty acids in pond fish

Нами также был проанализирован состав жирорастворимых витаминов D, A и E. Витамин D не было обнаружено ни в одном образце. Содержание витаминов A (ретинола) и E (токоферола) представлено на рис. 5 и 6.

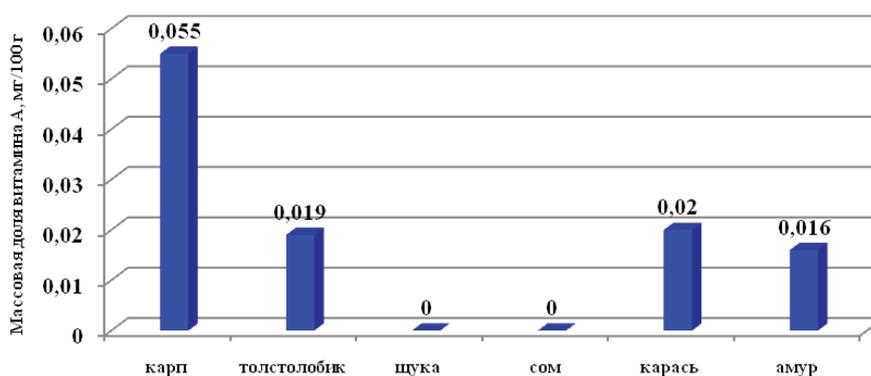


Рис. 5. Содержание витамина А в прудовой рыбе  
 Fig. 5. The content of vitamin A in pond fish

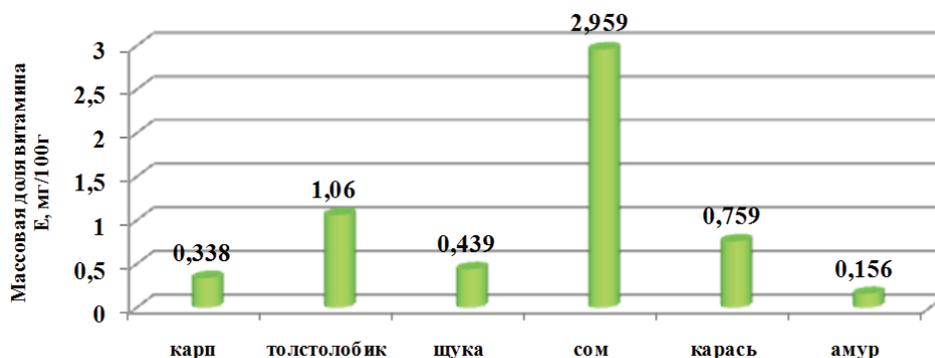


Рис. 6. Содержание витамина Е в прудовой рыбе  
 Fig. 6. The content of vitamin E in pond fish

По наличию витамина А наилучшие результаты представляет мясо карпа, по наличию витамина Е – мясо сома и толстолобика.

#### **Выводы.**

- ♦ результаты исследований определили высокую биологическую и пищевую ценность мяса прудовой рыбы, а также перспективность как сырьевого источника для производства различного ассортимента рыбной продукции;
- ♦ все изученные виды рыб представляют ценный белковый продукт с содержанием белка 16,7–18,5 %;
- ♦ наиболее полноценным в аминокислотном разрезе, охватывающим ряд из шести незаменимых аминокислот, является толстолобик, хорошие результаты по ряду аминокислот показал карп;
- ♦ жирнокислотный состав исследованных образцов рыбы близок к рекомендуемым медицинским нормам по соотношению между группами насыщенных и ненасыщенных кислот, наиболее оптимальным соотношением между полиненасыщенными жирными кислотами Омега-3 и Омега-6 обладает карп;
- ♦ при употреблении продукции из местного рыбного сырья возможно пополнить рационы легкоусвояемым животным белком, незаменимыми аминокислотами, полиненасыщенными жирными кислотами;
- ♦ прудовая рыба, выращиваемая в ОАО «Рыбокомбинат «Любань», обладает комплексом физико-химических показателей, позволяющих характеризовать ее как ценное сырье, представляющее большой интерес для производства широкого ассортимента рыбных консервов. Особое внимание переработки на консервы заслуживают такие виды, как карп и толстолобик;
- ♦ по нашему мнению незаслуженно обделен вниманием промышленного производства такой вид рыбы, как карась, которого зачастую относят к «сорному» виду. А ведь мясо этих рыб наиболее богато белком (18 %), биологическая ценность которого наивысшая из ряда исследованных видов. У карася также оптимально соотношение жирнокислотного состава: омега-3 к омега-6.
- ♦ для максимального сохранения нативных питательных веществ используемого рыбного сырья большое значение будут иметь технологические приемы и режимы ее обработки;
- ♦ оптимизация режимов должна рассматриваться, как важнейший фактор решения сложной задачи: поставки на стол потребителей высококачественной биологически полноценной рыбной продукции отечественного производства.

#### **Список использованной источников**

1. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии мяса и рыбных продуктов / Справочное пособие / Под ред. члена-корреспондента НАН РБ Лемеша В.М. / В.М. Лемеш, П.И. Пахомов, М.М. Алексин и др. – Витебск, 2004. – 322 с.
2. Тюльзнер, М. Технология рыбпереработки / М. Тюльзнер, М. Кох. – пер. с нем. Е.А. Семенов. – СПб. : ИД профессия, 2011. – 404 с., ил.
3. Бубырь, И.В. Пищевая ценность пресноводных рыб Беларуси / Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук: Научно-информационный издательский центр и редакция журнала. – Москва, 2015. – №1. – С.57–64.
4. Нечаев, А.П. Пищевая химия / под ред. А.П. Нечаева. – Санкт-Петербург: ГОИРД, 2004. – 631 с.
5. Пилат, Т.Л. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение) / Т.Л. Пилат, А.А. Иванов. – М.: Авваллон, 2002. – 710 с.: ил.
6. Мясо и мясные продукты. Определение содержания жирорастворимых витаминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: ГОСТ 32307-2013. – Введ. 01.09.2016. – Минск: Госстандарт РБ: Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации, 2016. – 12 с.
7. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа: ГОСТ 7636-85. – Введ. 17.12.1992. – Постановление Госстандарта РБ, 1992. – 94 с.
8. Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии: МВИ.МН 1363-2000. – Утв. 14.07.2000. – Гл. Государственный санитарный врач РБ, 2000. – 26 с.

9. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава: ГОСТ 30418-96. – Введ. 01.09.2016. – Минск : Госстандарт РБ: Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации, 2016. – 12 с.
10. Определение показателей биологической ценности продуктов питания расчетным методом: метод. указания к лаб. занятиям по дисциплине «Техническая биохимия» для студентов, обучающихся по направлению «Биотехнология» дневной формы обучения / НГТУ; сост.: Т.Н. Соколова, В.М. Прохоров, В.Р. Карташов, Н. Новгород, 2015. – 7 с.
11. Антипова, Л.В. Прудовые рыбы в улучшении структуры питания населения: гигиенические аспекты / Л.В. Антипова, О.П. Дворянинова, А.В. Соколов // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (1). – С. 84–90.
12. Пилат, Т.Л. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение) / Т.Л. Пилат, А.А. Иванов. – М. : Аввалон, 2002. – 710 с.: ил.
13. Постановление министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 г. № 180 «Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь», утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

### References

1. Veterinarno-sanitarnaya ehkspertiza s osnovami tekhnologii myasa i rybnyh produktov / Spravochnoe posobie [Veterinary and sanitary examination with the fundamentals of technology of meat and fish products / Reference Guide] / Pod red. chlena-korrespondenta NAN RB Lemesha V.M. / V.M. Lemesh, P.I. Pahomov, M.M. Aleksin i dr. – Vitebsk, 2004, 322 s (in Russian).
2. Tyul'zner, M. Tekhnologiya rybopererabotki [Technology of fish processing] / M. Tyul'zner, M. Koh. – per. s nem. E.A. Semenovoj. – SPB. : ID profession, 2011, 404 s (in Russian).
3. Bubyr', I.V. Pishchevaya cennost' presnovodnyh ryb Belarusi [Nutritional value of freshwater fish in Belarus] / aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk: Nauchno-informacionnyj izdatel'skij centr i redakciya zhurnala. – Moscow, 2015, No.1, pp. 57–64 (in Russian).
4. Nechaev, A.P. Pishchevaya himiya [Food Chemistry]. – St. Petersburg: GOIRD, 2004, 631 p. (in Russian).
5. Pilat, T.L. Biologicheski aktivnye dobavki k pishche (teoriya, proizvodstvo, primenenie) [Biologically active food additives (theory, production, application)]. – M., Avvallon, 2002, 710 s (in Russian).
6. Myaso i myasnye produkty. Opredelenie soderzhaniya zhirorastvorimyh vitaminov metodom vysokoeffektivnoj zhidkostnoj hromatografii: GOST 32307-2013 [Meat and meat products. Determination of the content of fat-soluble vitamins by the method of high-performance liquid chromatography: GOST 32307-2013]. – Minsk: Gosstandart RB: Belarusian State Institute for Standardization and Certification, 2016, 12 s. (in Russian).
7. Ryba, morskije mlekopitayushchie, morskije bespozvonochnye i produkty ih pererabotki. Metody analiza: GOST 7636-85 [Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis: GOST 7636-85]. – Minsk: Gosstandart RB: Belarusian State Institute for Standardization and Certification, 1992, 94 s. (in Russian).
8. Metod po opredeleniyu aminokislot v produktah pitaniya s pomoshch'yu vysokoeffektivnoj zhidkostnoj hromatografii: MVI.MN 1363-2000 [Method for the determination of amino acids in food products using high-performance liquid chromatography: MVI.MN 1363-2000]. – Minsk : Gosstandart RB: Belarusian State Institute for Standardization and Certification, 2000, 26 s. (in Russian).
9. Masla rastitel'nye. Metod opredeleniya zhirkislotnogo sostava: GOST 30418-96 [Vegetable oils. Method for determination of fatty acid composition: GOST 30418-96]. – Minsk: Gosstandart RB: Belarusian State Institute for Standardization and Certification, 2016, 12 s. (in Russian).
10. Opredelenie pokazatelej biologicheskoy cennosti produktov pitaniya raschetnym metodom: metod. ukazaniya k lab. zanyatiyam po discipline «Tekhnicheskaya biokhimiya» dlya studentov, obuchayushchihhsya po napravleniyu «Biotekhnologiya» dnevnoj formy obucheniya / NGTU [Determination of indicators of the biological value of food products by the calculation method: method. instructions to the lab. classes

- in the discipline “Technical Biochemistry” for students studying in the direction of “Biotechnology” daytime education / NSTU]. sost.: T.N. Sokolova, V.M. Prohorov, V.R. Kartashov, N. – Novgorod, 2015, 7 s. (in Russian).
11. Antipova, L.V. Prudovye ryby v uluchshenii struktury pitaniya naseleniya: gigenicheskie aspekty [Pond fish in improving the population nutrition structure: hygienic aspects]. – Hygiene and sanitation, 2016, No. 95 (1), pp. 84–90 (in Russian).
  12. Pilat, T.L. Biologicheski aktivnye dobavki k pishche (teoriya, proizvodstvo, primenenie) [Biologically active food additives (theory, production, application)]. – M., Avvalon, 2002, 710 s. (in Russian).
  13. Postanovlenie ministerstva zdravooohraneniya Respubliki Belarus’ ot 20.11.2012 g. № 180 «Ob utverzhdenii Sanitarnyh norm i pravil «Trebovaniya k pitaniyu naseleniya: normy fiziologicheskikh potrebnostej v ehnergii i pishchevyh veshchestvah dlya razlichnyh grupp naseleniya Respubliki Belarus’», utv. postanovleniem Ministerstva zdravooohraneniya Respubliki Belarus’ [Decree of the Ministry of Health of the Republic of Belarus of 20.11.2012. No. 180 «On the Approval of Sanitary Norms and Regulations «Requirements for Nutrition of the Population: Norms of Physiological Needs for Energy and Food Substances for Various Populations of the Republic of Belarus », the decision of the Ministry of Health of the Republic of Belarus].

#### Информация об авторах

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

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

#### Information about authors

*Pavlovskaya Liudmila* – Head of the Department of the Technologies of Canned Food Products of RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: [conserv-npc@tut.by](mailto:conserv-npc@tut.by)

*Hapeyeva Liudmila* – Research Worker of the Department of the Technologies of Canned Food Products of RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: [203sok@tut.by](mailto:203sok@tut.by)

УДК 637.136.5:637.05(047.31)(476)

Поступила в редакцию 23.05.2018  
Received 23.05.2018**И.В. Миклух, О.Л. Сороко, Е.В. Ефимова, Л.Н. Соколовская, Т.Н. Забело***РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Республика Беларусь***ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА  
ВОССТАНОВЛЕННОГО СУХОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ,  
ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ  
МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

**Аннотация:** В статье исследовано влияние режимов тепловой обработки молока-сырья при производстве сухих молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов, на показатели и свойства сухого молочного сырья, а также на эффективность его восстановления. Изучен состав молока-сырья, сухого молочного сырья и его физико-химические свойства (степень денатурации сывороточных белков, класс термообработки, насыпная плотность, индекс растворимости), а также показатели восстановленных молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов (количество отстоявшегося жира, кислотность, окислительно-восстановительный потенциал, плотность, вязкость). Определено, что на изменение свойств сухого молочного сырья, выражающееся в изменении степени денатурации белков и эффективности его восстановления, большее влияние оказывает режим пастеризации, чем режим сгущения и сушки. При изготовлении ферментированных молочных продуктов, не предусматривающих отделение сыворотки, таких как йогурт, приемлимым и подходящим будет являться использование сухой молочной основы с более высокой температурой пастеризации. Для ферментированных молочных продуктов, предусматривающих в процессе производства отделение сыворотки (творог), предпочтительным будет являться использование в качестве основы сухих молочных продуктов с низким классом термообработки.

**Ключевые слова:** сухие молочные продукты, восстановленные молочные продукты, степень денатурации, класс термообработки

**I.V. Miklikh, O.L. Soroko, E.V. Efimova, L.N. Sokolovskaya, T.N. Zabelo***RUE «Institute for Meat and Dairy Industry», Minsk, Republic of Belarus***INFLUENCE OF MODES OF HEAT TREATMENT ON THE PROPERTIES OF  
THE RECOVERED DRY DAIRY RAW MATERIALS FOR THE  
MANUFACTURE OF FERMENTED DAIRY PRODUCTS**

**Abstract:** The article studies the influence of the modes of heat treatment of raw milk in the production of dry milk bases intended for the manufacture of fermented dairy products, on the performance and properties of dry milk raw materials, as well as on the efficiency of its recovery. The composition of milk-raw materials, dry milk raw materials and its physical and chemical properties (the degree of denaturation of whey proteins, the class of heat treatment, bulk density, solubility index), as well as indicators of the restored milk bases intended for the manufacture of fermented dairy products (the amount of settled fat, acidity, oxidizing reducing potential, density, viscosity). It is determined that the change in the properties of dry milk raw materials, expressed in the change of the degree of denaturation of proteins and the efficiency of its recovery, has a greater impact pasteurization mode than the mode of thickening and drying. In the manufacture of fermented dairy products that do not provide for the separation of whey, such as yogurt, it is acceptable and appropriate to use a dry milk base with a higher pasteurization temperature. For fermented dairy products, which provide for the separation of whey (cottage cheese) in the production process, it will be preferable to use dry dairy products with a low class of heat treatment as the basis.

**Keywords:** dry dairy products, milk products recovered, the degree of denaturation, heat treatment

**Введение.** В связи с необходимостью уменьшения зависимости молокоперерабатывающих предприятий от поставок молочного сырья, актуальным является организация производства молочных продуктов на основе восстановленного сухого молочного сырья. Его использование позволит восполнить недостаток и создать резерв сырья, необходимого для обеспечения бесперебойного производства молочной продукции на молокоперерабатывающих предприятиях ряда стран, в том числе потенциальных экспортеров Республики Беларусь [1]. Целесообразным является развитие возможности организации экспорта сухого молочного сырья, предназначенного после его восстановления для изготовления молочных продуктов. При этом интерес представляет исследование особенностей производства ферментированных молочных продуктов, основанных на молочнокислом брожении и сквашивании белков молока; изучение влияния качества и технологических параметров изготовления сухого молочного сырья на эффективность его восстановления.

**Целью работы** являлось исследование влияния режимов тепловой обработки при производстве сухого молочного сырья на его свойства и качество восстановленных молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов.

**Научная новизна** данной работы заключается в проведении комплексных научно-теоретических исследований по определению влияния режимов тепловой обработки молока-сырья на качество сухого молочного сырья и изготовленных из него восстановленных молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов.

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследований являлись молоко-сырье, молоко сухое (сухая молочная основа), предназначенное для дальнейшего изготовления восстановленных ферментированных молочных продуктов.

Сухую молочную основу, предназначенную для изготовления ферментированных молочных продуктов изготавливали при различных режимах тепловой обработки (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Наименование исследуемых образцов сухой молочной основы  
Table 1. Name of the studied samples of dry milk basis

Наименование образца	Режим тепловой обработки	
	Температура пастеризации	Температура сушки
Образец 1	Низкая (65±2°С с выдержкой 30 мин)	Низкая (170°С на входе, 70°С на выходе)
Образец 2	Высокая (90±2°С с выдержкой 10 с)	Низкая (170°С на входе, 70°С на выходе)
Образец 3	Низкая (65±2°С с выдержкой 30 мин)	Высокая (210°С на входе, 90°С на выходе)
Образец 4	Высокая (90±2°С с выдержкой 10 с)	Высокая (210°С на входе, 90°С на выходе)

Определение характеристик объектов исследований проводили в лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства, лаборатории технологий цельномолочных продуктов и концентратов и производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности», при этом использовали стандартные методы.

Степень денатурации белка определяли расчетным методом [2] по формуле (1):

$$C_{\text{ден}} = \frac{\frac{СБ_{\text{до ден.}}}{ОБ_{\text{до ден.}}} - \frac{СБ_{\text{после ден.}}}{ОБ_{\text{после ден.}}}}{\frac{СБ_{\text{до ден.}}}{ОБ_{\text{до ден.}}}} \times 100, \quad (1)$$

где  $СБ_{\text{до ден.}}$ ,  $СБ_{\text{после ден.}}$  — массовая доля сывороточных белков (неказеинового азота в пересчете на белок) до и после денатурирующего (теплового) воздействия соответственно, %;  $ОБ_{\text{до ден.}}$ ,  $ОБ_{\text{после ден.}}$  — массовая доля общего белка до и после денатурирующего (теплового) воздействия соответственно, %.

Количество свободного жира и эффективность гомогенизации определяли методом отстаивания, который заключается в изменении разницы объема отстоявшегося жира при температуре 10 °С в течение 48 ч.

**Результаты и их обсуждение.** В лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» при различных режимах тепловой

обработки, выработана экспериментальная партия сухой молочной основы, предназначенной для изготовления ферментированных молочных продуктов, включающая в себя 4 образца (табл. 1). При этом исследовали показатели качества молока-сырья (молока цельного) непастеризованного, молока цельного пастеризованного при низкой температуре пастеризации ( $65 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  с выдержкой 30 мин), молока цельного пастеризованного при высокой температуре пастеризации ( $90 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  с выдержкой 10 с). Молоко, подвергнутое пастеризации гомогенизировали и сгущали на вакуум-выпарном аппарате с принудительной циркуляцией продукта при температуре  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  и сушили на установке распылительного типа при низкой температуре процесса ( $170 \text{ }^\circ\text{C}$  на входе,  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  на выходе) и при высокой температуре процесса ( $210 \text{ }^\circ\text{C}$  на входе,  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  на выходе). Физико-химические показатели исходного молока-сырья и полученных из него образцов сухой молочной основы представлены в табл. 2 и 3.

В процессе производства сухого молока в результате тепловой обработки молока-сырья изменению подвергаются его компоненты, в первую очередь белки. При нагревании молока наиболее глубоким изменениям подвергаются сывороточные белки, происходит их денатурация, степень которой зависит от температуры и продолжительности ее воздействия на молоко [3].

**Таблица 2. Физико-химические показатели исходного молока-сырья**  
**Table 2. Physico-chemical characteristics of the source of milk as raw material**

Наименование показателя	Молоко цельное непастеризованное	Молоко цельное пастеризованное (низкая температура пастеризации)	Молоко цельное пастеризованное (высокая температура пастеризации)
Массовая доля, % сухих веществ	11,6	11,9	12,0
жира	3,4	3,4	3,4
лактозы	4,93	4,75	4,72
общего белка (ОБ)	3,16	3,18	3,20
сывороточных белков (СБ)	0,43	0,38	0,27

Основной технологической операцией при производстве ферментированных молочных продуктов является молочнокислое брожение, в результате которого образуется белковый сгусток. Тепловая обработка оказывает влияние на структурно-механические свойства кислотного и сычужного сгустков – прочность и интенсивность отделения сыворотки. С повышением температуры пастеризации процесс отделения сыворотки замедляется, увеличивается прочность сгустков, которая обуславливается не только размером частиц казеина, но и степенью участия денатурированных сывороточных белков в построении структурной сетки сгустка. С повышением температуры пастеризации увеличивается степень их включения в белковый каркас сгустка, что придает ему определенную жесткость. Кроме этого, сывороточные белки, благодаря высоким гидрофильным свойствам, увеличивают влагоудерживающую способность казеина и замедляют отделение сыворотки от сгустка [3].

**Таблица 3. Физико-химические показатели образцов сухого молочного сырья**  
**Table 3. Physical and chemical parameters of dry raw milk samples**

Наименование показателя	Сухая молочная основа (низкая температура пастеризации, низкая температура сушки) образец 1	Сухая молочная основа (высокая температура пастеризации, низкая температура сушки) образец 2	Сухая молочная основа (низкая температура пастеризации, высокая температура сушки) образец 3	Сухая молочная основа (высокая температура пастеризации, высокая температура сушки) образец 4
Массовая доля, % влаги	2,56	2,89	2,19	2,10
жира	28,5	28,0	28,0	28,5
лактозы	38,53	37,93	38,46	37,99
общего белка (ОБ)	24,61	25,02	24,99	25,61
сывороточных белков (СБ)	2,78	1,61	2,73	1,37
казеина	20,88	23,39	21,53	23,60

Как видно, из данных, представленных в табл. 3, в полученных экспериментальных образцах сухой молочной основы, изготовленных из молока цельного пастеризованного при низкой и высокой температуре пастеризации (табл. 2), различаются значения массовой доли сывороточных белков, определяемые как неказеиновый азот в пересчете на белок без учета его денатурации. На основании значений массовой доли сывороточных белков в исходном молоке-сырье и сухих молочных основах, расчетным методом определена степень денатурации сывороточных белков, представленная в табл. 4.

Таблица 4. Влияние технологических параметров производства на качество сухого молочного сырья (сухой молочной основы)

Table 4. Influence of technological parameters of production on the quality of dry milk raw materials (dry milk base)

Наименование образца	Степень денатурации (Сден), %		Класс термообработки
	общая	в том числе при сгущении и сушке	
Молоко цельное непастеризованное	-	-	-
Молоко цельное пастеризованное (низкая температура пастеризации)	12,18	-	-
Молоко цельное пастеризованное (высокая температура пастеризации)	37,99	-	-
Сухая молочная основа (низкая температура пастеризации, низкая температура сушки), образец 1	16,99	4,81	низкотемпературная термообработка
Сухая молочная основа (высокая температура пастеризации, низкая температура сушки), образец 2	52,71	14,71	умеренно высокотемпературная термообработка
Сухая молочная основа (низкая температура пастеризации, высокая температура сушки), образец 3	19,72	7,54	низкотемпературная термообработка
Сухая молочная основа (высокая температура пастеризации, высокая температура сушки), образец 4	60,69	22,69	умеренно высокотемпературная термообработка

Установлено, что на показатели сухого молочного сырья оказывают влияние технологические параметры его производства: режимы тепловой обработки (пастеризации, сгущения и сушки), которая вызывает денатурацию сывороточных белков, что в свою очередь оказывает влияние на процесс восстановления и свойства восстановленных продуктов. Из анализа результатов, представленных в табл. 4, определено, что большее влияние на степень денатурации белков оказывает режим пастеризации, чем режимы сгущения и сушки. Так общая степень денатурации для образцов 1, 2, 3 и 4 составила 16,99 %, 52,71 %, 19,72 % и 60,69 % соответственно, при этом за счет пастеризации доля степени денатурации белка составила: 71,7 %, 72,1 %; 61,8 %, 62,6 %.

Кроме того, в экспериментальных образцах сухой молочной основы, контролировали регламентируемый по СТБ 1858 [4] показатель «класс термообработки», при определении которого устанавливается количество миллиграмм неденатурированных в процессе тепловой обработки сывороточных белков молока на один грамм сухого молока [5, 6]. Приведенные значения класса термообработки исследуемых образцов сухой молочной основы (табл. 4), сопоставимы с их расчетной степенью денатурации. Для образцов 3, 4 с большей степенью денатурации сывороточных белков, класс термообработки умеренно-высокотемпературный, а для образцов 1, 2 с меньшей степенью денатурации сывороточных белков – низкотемпературный.

При производстве молочных продуктов из сухого молочного сырья важным является эффективность его восстановления, которая зависит от качества сухого молока и аппаратурного оформления процесса. Сам процесс растворения заключается во взаимодействии сухих продуктов с водой. Процесс восстановления можно считать завершенным тогда, когда физико-химические свойства восстановленного молока будут соответствовать свойствам натурального. Поэтому можно сказать, что

к основным технологическим факторам, определяющим эффективность процесса восстановления сухих молочных продуктов, следует отнести количественное соотношение сухой и водной фракций, температуру, интенсивность и уровень жесткости механического воздействия при растворении [7].

В исследуемых образцах сухой молочной основы определен показатель насыпной плотности (рис. 1), который косвенно свидетельствует о степени растворения сухих продуктов и наличии в них воздушной фракции. Значение объемной насыпной плотности прямо связано с размерами частиц сухого молока, а значение рыхлой насыпной плотности коррелирует с прочностью их связей.

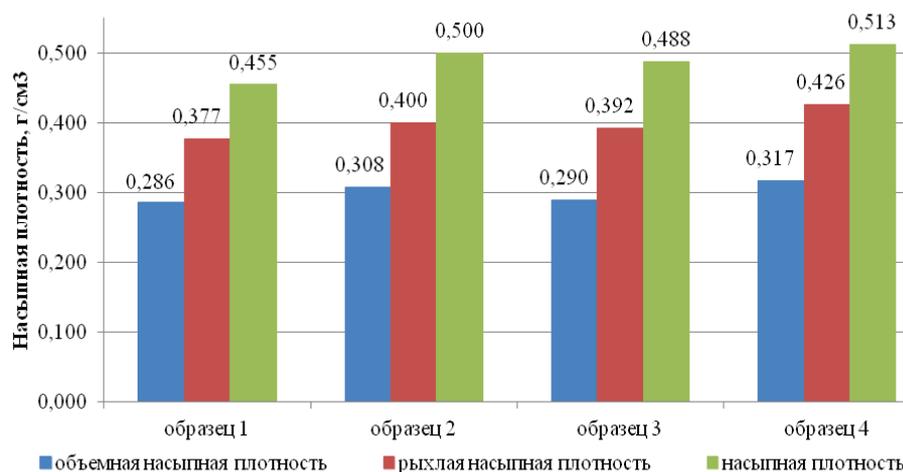


Рис. 1. Насыпная плотность образцов сухой молочной основы, предназначенной для изготовления ферментированных молочных продуктов

Fig. 1. Bulk density of samples of dry milk base intended for the manufacture of fermented dairy products

На физико-химические свойства продукта и его поведение при сушке оказывает влияние температура пастеризации молока-сырья перед его выпариванием и сушкой. Высокая температура пастеризации увеличивает количество денатурированных белков, которые очень компактны в отличие от нативных белков. Нативные сывороточные белки имеют более высокую водосвязывающую способность. Поэтому для удаления остатков влаги требуется большая разница температур или движущая сила, что приводит к поверхностному отверждению частиц [8]. При увеличении степени денатурации сывороточных белков, снижается содержание абсорбированного воздуха (повышается плотность частиц и насыпная плотность) и наоборот. Так, наименьшее значение насыпной плотности 0,455 г/см<sup>3</sup> было у образца 1, полученного с использованием низкой температуры пастеризации и низкой температуры сушки, а наибольшее значение насыпной плотности 0,513 г/см<sup>3</sup> – у образца 4, полученного с использованием высокой температуры пастеризации и высокой температуры сушки.

Полученные в ходе исследований образцы сухого молочного сырья, восстанавливали при температуре 45 °С, продолжительность выдержки при 4 ± 2 °С 3–4 ч. При этом определяли ряд показателей, свидетельствующих об эффективности восстановления и качестве сухого молочного сырья, предназначенного для изготовления ферментированных молочных продуктов: индекс растворимости, количество отстоявшегося свободного жира, плотность, вязкость, кислотность, окислительно-восстановительный потенциал.

Анализ свойств восстановленной сухой молочной основы показывает, что они изменяются в течение технологического процесса. Особенно различаются свойства натурального и восстановленного молока сразу после растворения. Это объясняется наличием в продукте в это время большего количества воздуха. Кроме того, в процессе растворения еще не произошла гидратация белков и не полностью завершился процесс диспергирования дисперсной фазы молока в воде.

Наличие воздуха не только влияет на физико-химические свойства и органолептические показатели продукта, но и затрудняет проведение ряда технологических процессов. Особо отрицательное воздействие оказывает присутствие воздуха на термообработку восстановленного молока. При наличии свободного воздуха снижается эффективность теплообмена. Кроме того, на греющих поверхностях пастеризаторов образуется большой слой пригара. Из-за наличия воздуха в восстановленном молоке резко снижается эффективность гомогенизации. В связи с этим при растворении сухого

молока и дальнейшей его технологической обработке необходимо предпринимать меры, чтобы насыщение продукта воздухом было минимальным.

На рис. 2 представлены индекс растворимости образцов сухой молочной основы, полученных при различных режимах тепловой обработки, а также количество отстоявшегося в течение 48 ч при температуре  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  свободного жира.

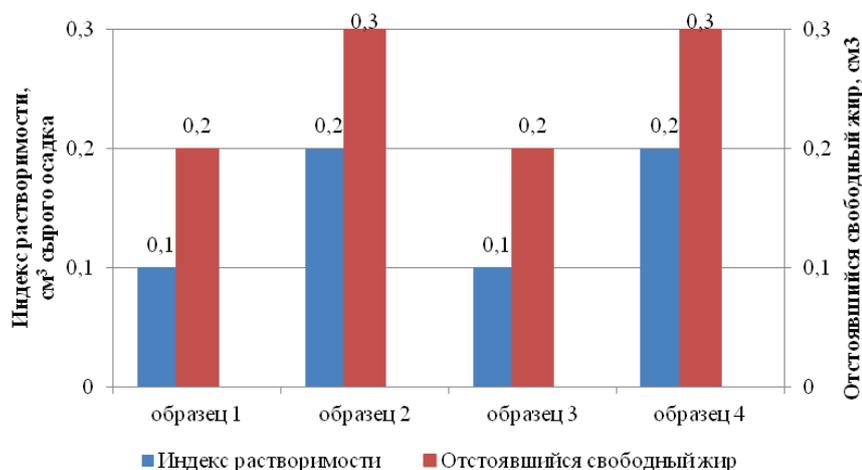


Рис. 2. Индекс растворимости и количество отстоявшегося свободного жира в восстановленных молочных основах, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов  
 Fig. 2. Index of solubility and amount of pop up free fat in the restored dairy basics intended for the manufacture of fermented dairy products

Как видно из данных, приведенных в на рис. 2, увеличение температуры пастеризации приводит к повышению индекса растворимости, или другими словами ухудшению растворения. Также при увеличении температуры пастеризации повышается количество свободного отстоявшегося жира, что свидетельствует о дестабилизации жировой эмульсии в процессе изготовления сухого продукта и приводит к снижению стойкости продукта при хранении вследствие его окисления.

На рис. 3 и 4 представлено изменение активной кислотности в процессе восстановления сухих молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов.

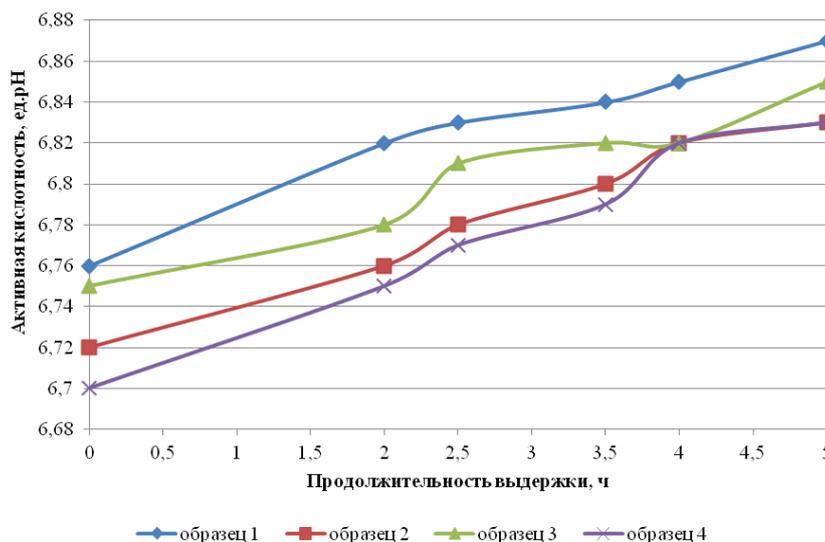


Рис. 3. Изменение активной кислотности в процессе восстановления сухих молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов  
 Fig. 3. Change of active acidity in the recovery process of dry milk bases intended for the manufacture of fermented dairy products

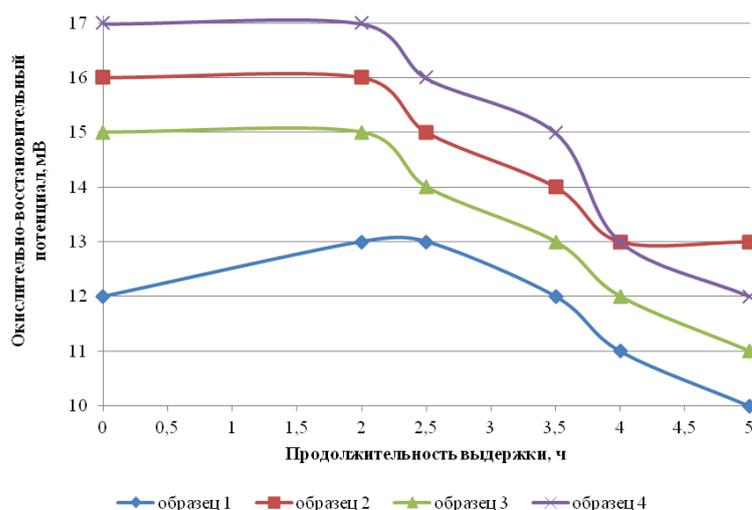


Рис. 4. Изменение окислительно-восстановительного потенциала в процессе восстановления сухих молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов  
 Fig. 4. Change of redox potential in the recovery process of dry milk bases intended for the manufacture of fermented dairy products

Как видно из данных, приведенных на рис. 3 и 4, для всех образцов восстановленной сухой молочной основы в процессе выдержки наблюдается увеличение активной кислотности, и снижение показателя окислительно-восстановительного потенциала, что свидетельствует об увеличении степени диспергирования белковых фракций.

Окислительно-восстановительный потенциал молока характеризует способность его составных частей отдавать или присоединять электроны (атомы водорода) [2]. От окислительно-восстановительного потенциала зависят развитие в молоке молочнокислых бактерий и протекание биохимических процессов (распад белков, аминокислот, жира, накопление ароматического вещества диацетил и др.), что, несомненно, важно при производстве ферментированных молочных продуктов. Возникновение в молоке и молочных продуктах таких пороков, как окисленный, металлический и салитный привкусы, обусловлено повышением окислительно-восстановительного потенциала среды, способствующего окислительной порче жира.

При растворении составных частей сухого молочного сырья происходят качественные изменения физико-химических свойств восстанавливаемого продукта. Так, плотность восстанавливаемого молока повышается с увеличением продолжительности выдержки (рис. 5). Это обусловлено тем, что при восстановлении сухих продуктов вода под действием капиллярных сил внедряется в микро- и макрополости частиц сухого молока, вытесняя воздух, который выделяется в процессе выдержки.

В процессе выдержки восстановленных сухих молочных основ их плотность в основном увеличивается в течение 2,5 ч, дальнейшая выдержка на плотность влияет незначительно. Такое изменение плотности объясняется влиянием воздуха, содержащегося в восстанавливаемом молоке, так как чем больше в продукте имеется воздуха, тем меньше его плотность.

Для многих молочных продуктов вязкость является показателем, характеризующим не только их свойства, но и качество. На вязкость молока влияют различные факторы и прежде всего концентрация дисперсной фазы (жира и белка), дисперсность жира и белка, а также агрегатное их состояние, температура молока [5]. Вязкость восстановленного молока должна соответствовать вязкости натурального продукта, что является одним из условий получения качественного восстановленного молока.

Исследования показали (рис. 6), что в начальный период выдержки (до 3 ч) вязкость восстанавливаемого продукта увеличивается, а при дальнейшей выдержке (3–4 ч) – снижается, а затем остается постоянной. Такой характер изменения вязкости восстанавливаемого молока в процессе его выдержки можно объяснить влиянием гидратации дисперсной фазы в процессе восстановления молока и выделением из него воздуха. Таким образом, вязкость в процессе восстановления сухого молока после его растворения изменяется в течение 3–4 ч. Конечная вязкость восстановленного молока, содержащего 12,5 % сухих веществ, составила 1,7701 мПа·с, 1,4135 мПа·с, 1,7366 мПа·с, 1,1651 мПа·с для образцов 1, 2, 3 и 4 соответственно.

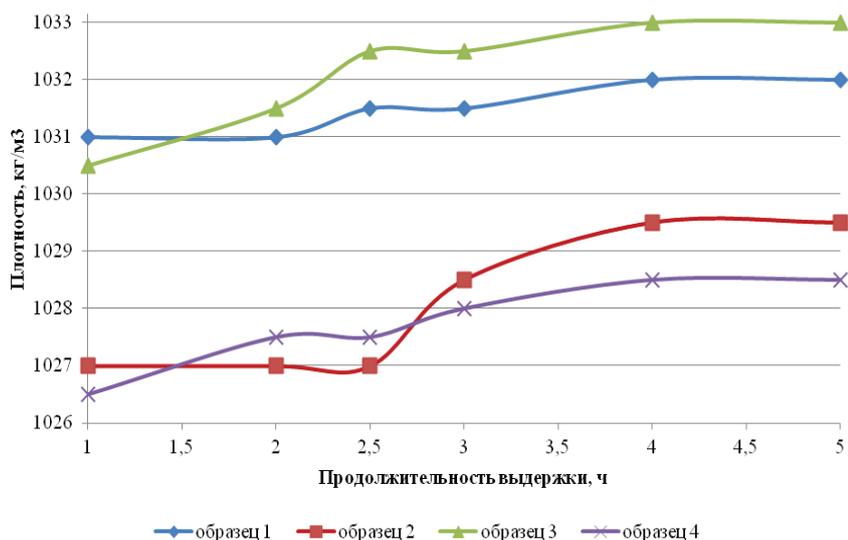


Рис. 5. Изменение плотности в процессе восстановления сухих молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов

Fig. 5. Change of the density in the recovery process of dry milk bases intended for the manufacture of fermented dairy products

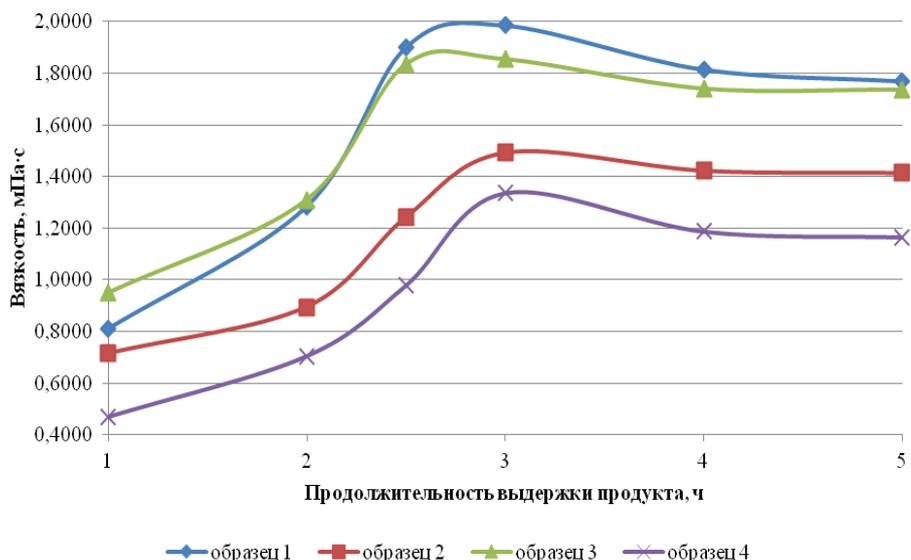


Рис. 6. Изменение вязкости в процессе восстановления сухих молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов

Fig. 6. Change of the viscosity in the recovery process of dry milk bases intended for the manufacture of fermented dairy products

С целью предотвращения отделения свободного жира, а также для улучшения консистенции восстановленных продуктов обязательным является проведение гомогенизации. Восстановленные образцы сухой молочной основы, предназначенной для изготовления ферментированных молочных продуктов, гомогенизировали при температуре 60 °С, давлении 16 МПа. В результате гомогенизации восстановленных молочных основ их вязкость возрастает, что связано с увеличением степени диспергирования жировой фазы, повышением стабильности жировой эмульсии. Кроме того, во всех образцах отсутствовал свободный отстаившийся жир, восстановленные гомогенизированные продукты имели однородную консистенцию.

Гомогенизация является обязательной технологической операцией при изготовлении молочных продуктов из восстановленного сухого молочного сырья. Она способствует существенному улучшению органолептических показателей продукта, в частности, в результате гомогенизации практически исчезает водянистый привкус продукта. Для исключения возможности ухудшения органолептических показателей восстановленных сухих молочных основ при его производстве необходимо учитывать качество исходного сырья и строго соблюдать все технологические режимы изготовления ферментированных молочных продуктов на их основе.

Таким образом, при использовании сухой молочной основы для изготовления ферментированных молочных продуктов, необходимо учитывать влияние температуры на свойства и показатели сухих продуктов, а именно важным является класс термообработки, свидетельствующий о денатурации сывороточных белков, прошедшей в процессе производства сухих продуктов. При этом с увеличением класса термообработки снижается растворимость сухих продуктов при их восстановлении, увеличивается количество отстоявшегося жира (свободного жира). Однако при изготовлении ферментированных молочных продуктов, не предусматривающих отделение сыворотки, таких как йогурт, приемлимым и подходящим будет являться использование сухой молочной основы с более высокой температурной обработкой. Для ферментированных молочных продуктов, предусматривающих в процессе производства отделение сыворотки (творог), предпочтительным будет являться использование в качестве основы сухих молочных продуктов с низким классом термообработки.

**Выводы.** Установлено, что на показатели сухого молочного сырья оказывают влияние технологические параметры его производства: режимы тепловой обработки (пастеризации, сгущения и сушки), которая вызывает денатурацию сывороточных белков, что в свою очередь оказывает влияние на процесс восстановления и свойства восстановленных продуктов. Определено, что при производстве сухих продуктов большее влияние на степень денатурации белков оказывает режим пастеризации молока-сырья, чем режим сгущения и сушки. Определен класс термообработки исследуемых образцов сухой молочной основы, сопоставимый с данными расчетной степени денатурации. Для образцов с большей степенью денатурации сывороточных белков, класс термообработки умеренно-высокотемпературный, а для образцов с меньшей степенью денатурации сывороточных белков – низкотемпературный.

В исследуемых образцах сухой молочной основы определен показатель насыпной плотности, косвенно свидетельствующий о степени растворения сухих продуктов и наличию в них воздушной фракции. Так, наименьшее значение насыпной плотности  $0,455 \text{ г/см}^3$  было у образца, полученного с использованием низкой температуры пастеризации и низкой температуры сушки, а наибольшее значение насыпной плотности  $0,513 \text{ г/см}^3$  – у образца, полученного с использованием высокой температуры пастеризации и высокой температуры сушки. То есть, при увеличении степени денатурации сывороточных белков в сухих молочных продуктах снижается содержание абсорбированного воздуха – повышается насыпная плотность, что способствует увеличению индекса растворимости или снижению эффективности восстановления сухого молочного сырья.

При растворении составных частей сухого молочного сырья происходят качественные изменения физико-химических свойств восстанавливаемого продукта. Для всех образцов восстановленной сухой молочной основы в процессе выдержки наблюдается увеличение активной кислотности, и снижение показателя окислительно-восстановительного потенциала, что свидетельствует об увеличении степени диспергирования белковых фракций.

С увеличением продолжительности выдержки восстановленных сухих продуктов повышается их плотность и вязкость. При этом плотность увеличивается в течение 2,5 ч, затем остается постоянной; значения вязкости увеличиваются в течение 3 ч выдержки, затем в течение часа снижаются и далее остаются постоянными. Такой характер изменения данных показателей объясняется влиянием гидратации дисперсной фазы в процессе восстановления сухого молочного сырья и выделением из него воздуха. Кроме того, плотность и вязкость выше для восстановленных образцов сухой молочной основы, полученных при низкой температуре пастеризации молока-сырья, что положительно скажется на качестве молочных продуктов, изготовленных на основе сухого молочного сырья.

Установлено, что повышение температуры пастеризации молока-сырья при производстве сухого молочного сырья способствует увеличению количества свободного отстоявшегося жира в восстановленных продуктах, что свидетельствует о дестабилизации жировой эмульсии в процессе изготовления сухого продукта и приводит к снижению стойкости продукта при хранении вследствие его окисления. С целью предотвращения отделения свободного жира, а также для улучшения консистенции восстановленных продуктов обязательным является проведение гомогенизации, в результате которой возрастает вязкость продукта, что связано с увеличением степени диспергирования жировой

фазы и повышением стабильности жировой эмульсии. Определено, что во всех восстановленных гомогенизированных экспериментальных образцах отсутствовал свободный отстоявшийся жир, продукты имели однородную консистенцию, что положительно скажется на качестве изготавливаемых из них молочных продуктов и при этом повысится их выход, снизятся потери ценных компонентов с сывороткой.

При изготовлении ферментированных молочных продуктов, не предусматривающих отделение сыворотки, таких как йогурт, приемлимым и подходящим будет являться использование сухой молочной основы с более высокой температурой пастеризации. Для ферментированных молочных продуктов, предусматривающих в процессе производства отделение сыворотки (творог), предпочтительным будет являться использование в качестве основы сухих молочных продуктов с низким классом термообработки.

### Список использованных источников

1. Дымар, О.В. Научно-технические аспекты повышения эффективности переработки молочных ресурсов / О.В. Дымар. – Минск : Колорград, 2015. – 245 с.
2. Шедушинов, Д.Е. Технология получения сухого белкового концентрата на основе ультрафльтрации обезжиренного молока / Д.Е. Шедушинов, Е.А. Фетисов, В.Д. Харитонов. – М. : АгроНИИ-ТЭИмясомолпром, 1988. – 59 с. – (Обзорная информация / Науч.-ислед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. мяс. и молоч. пром-сти).
3. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические аспекты производства молочных продуктов. – СПб. : ГИОРД, 2004. – 352 с.
4. Молоко сухое. Общие технические условия : СТБ 1858-2009. – Введ. 01.01.2010. – Минск : Гос. ком. по стандартизации Респ. Беларусь : Госстандарт, 2009. – 38 с.
5. Дымар, О.В. Принципиальные подходы к снижению термического воздействия в технологиях производства сухих молочных продуктов. Часть 1. Первичная обработка молока / О.В. Дымар // Молочная промышленность. № 03, 2018. С. 70-72.
6. Дымар, О.В. Принципиальные подходы к снижению термического воздействия в технологиях производства сухих молочных продуктов. Часть 2. Переработка молока на молочном заводе / О.В. Дымар // Молочная промышленность. № 04, 2018. С. 58-60.
7. Титов, Р.А. Линия восстановления сухого молока на базе установки непрерывного смешивания компании «Оскон» / Р.А. Титов // Молочная промышленность. – 2012. – № 3. – С. 246.
8. Вестергаард, В. Технология производства сухого молока. Выпаривание и распылительная сушка [Электронный ресурс] / В. Вестергаард. – Копенгаген, 2003. – Режим доступа: [http://www.intent93.ru/useruploads/files/Samples/Niro\\_Z010\\_2004.pdf](http://www.intent93.ru/useruploads/files/Samples/Niro_Z010_2004.pdf). – Дата доступа: 07.04.2017.
9. Липатов, Н.Н. Восстановленное молоко (теория и практика производства восстановленных молочных продуктов) / Н.Н. Липатов, К.И. Тарасов; под ред. Н.Н. Липатова. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 256 с.

### References

1. Dymar O.V. Scientific and technical aspects of improving the efficiency of processing of dairy resources / O. V. Dymar. – Minsk : Colorgrad, 2015. – 245 p.
2. Sedusov D.E. Technology for producing of dry protein concentrate based on ultrafiltration of skim milk / D.E. Sedusov, E.A. Fetisov, V.D. Kharitonov. – M. : Graniteandmore, 1988. – 59 p. – (Overview / Scientific. – trace. in-t inform. and tech. – Econ. research. meat. and milk. prom-STI).
3. Gorbatoва K.K. Physico-chemical and biochemical aspects of dairy production. – SPb. : GIORD, 2004. – 352 p.
4. Milk powder. General specifications : STB 1858-2009. – Enter. 01.01.2010. – Minsk: State com. on the standardization of REP. Belarus : State Committee For Standardization, 2009. – 38 p.
5. Dymar O.V. Principal approaches to reducing thermal effects in the production of dry dairy products. Part 1. Primary processing of milk / O.V. Dymar // Dairy industry. No. 03, 2018. P. 70–72.

6. Dymar O.V. Principal approaches to reducing thermal effects in the production of dry dairy products. Part 2. Milk processing at the dairy plant / O. V. Dymar // Dairy industry. No. 04, 2018. P. 58-60.
7. Titov R.A. the line of restoration of powdered milk on the basis of installation of continuous mixing of the Oskon company / R.A. Titov / Dairy industry. – 2012. – № 3. – P. 246.
8. Westergaard V. technology of production of dry milk. Evaporation and spray drying [Electronic resource] / W. Westergaard. – Copenhagen, 2003. – Mode of access: [http://www.intent93.ru/useruploads/files/Samples/Niro\\_Z010\\_2004.pdf](http://www.intent93.ru/useruploads/files/Samples/Niro_Z010_2004.pdf). – Date of access: 07.04.2017.
9. Lipatov N.N. Reconstituted milk (the theory and practice of production of the restored dairy products) / N.N. Lipatov, K.I. Tarasov; under ed. N. Lipatova. – Moscow: Agropromizdat, 1985. – 256 p.

#### Информация об авторах

*Миклух Инна Викторовна* – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочно-консервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [inmiklukh@mail.ru](mailto:inmiklukh@mail.ru)

*Сороко Олег Леонидович* – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [olegsoroko@tut.by](mailto:olegsoroko@tut.by)

*Ефимова Елена Васильевна* – кандидат технических наук, заведующая лабораторией технологий цельномолочных продуктов и концентратов, РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [overie@mail.ru](mailto:overie@mail.ru)

*Соколовская Людмила Николаевна* – старший научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [sokolovskaya\\_LN@tut.by](mailto:sokolovskaya_LN@tut.by)

*Забело Татьяна Николаевна* – научный сотрудник лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [list.zabelo@tut.by](mailto:list.zabelo@tut.by)

#### Information about authors

*Miklikh Inna Viktorovna* – candidate of technical Sciences, senior researcher of the laboratory equipment and technologies to produce production of RUE «Institute of meat and dairy industry» (pr-t Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [inmiklukh@mail.ru](mailto:inmiklukh@mail.ru)

*Soroko Oleg Leonidovich* – candidate of technical Sciences, associate Professor, head of the laboratory of equipment and technologies of milk production RUE «Institute of meat and dairy industry» (pr-t Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [olegsoroko@tut.by](mailto:olegsoroko@tut.by)

*Efimova Elena* – candidate of technical Sciences, head of the laboratory of technologies of dairy products and concentrates, RUE «Institute of meat and dairy industry» (pr-t Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [overie@mail.ru](mailto:overie@mail.ru)

*Sokolovskaya Lyudmila Nikolaevna* – senior researcher of the laboratory of equipment and technologies of milk production RUE «Institute of meat and dairy industry» (pr-t Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [sokolovskaya\\_LN@tut.by](mailto:sokolovskaya_LN@tut.by)

*Zabelo Tatyana Nikolaevna* – the researcher of laboratory of the equipment and technologies of dairy production of RUE «Institute of meat and dairy industry» (pr-t Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [list.zabelo@tut.by](mailto:list.zabelo@tut.by)