

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
№2(40)
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

Редакция не несет ответственности
за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать
с позицией автора

Отпечатано в типографии

УП «ИВЦ Минфина»

Подписано в печать 20.06.2018.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура NewtonС. Печать офсетная.

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

Тираж 100 экз. Заказ 200.

ЛП № 02330/89 от 3 марта 2014 г.

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

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

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
№2(40)
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

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

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)

Printed at UE "IVC Minfina"
It is sent of the press 20.06.2018
Format 60x84/8. Offset paper.
NewtonC type. Offset printing.
Printed pages 11,16.
Publisher's signatures 12,80.
Circulation 100 copies. Order 200.
LP № 02330/89 of 3 March 2014
17, Kalvaryiskaya str., Minsk 220004

Subscription indexes

For individuals 01241
For legal entities 012412

СОДЕРЖАНИЕ

Моргунова Е.М. Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию: от истоков до Премии Правительства.....	6
Петюшев Н.Н., Садовская А.В., Усеня Ю.С., Евтушевская Л.В. Оценка витаминно-минерального и аминокислотного состава формованных замороженных полуфабрикатов на основе овощного сырья.....	13
Ленерт С.А., Малюк Л.П., Дубинина А.А., Хоменко О.А., Радченко А.Е. Органолептический анализ новых купажированных масел с экстрактами природных антиоксидантов.....	22
Агафонов О.С., Франко Е.П. Оценка качества масличного сырья на основе импульсного метода ядерно-магнитного резонанса	30
Кучер А.С., Троцкая Т.П. Изучение потребительских предпочтений жителей г. Гродно на рынке хлебобулочных изделий функционального назначения	37
Леонов О.А., Шкруба Н.Ж. Элементы системы ХААСП при производстве варено-копченых колбас	44
Миклух И.В., Сороко О.Л., Ефимова Е.В., Соколовская Л.Н., Забело Т.Н. Влияние режимов тепловой обработки на свойства восстановленного сухого молочного сырья, предназначенного для изготовления ферментированных молочных продуктов	53
Почицкая И.М., Александровская Е.С., Чекун О.В. Особенности определения никеля методом атомно-абсорбционной спектрометрии с электротермической атомизацией.....	64
Почицкая И.М., Комарова Н.В., Красовская Е.С. Оценка свежести пресноводной рыбы, выращенной в Республике Беларусь	71
Почицкая И.М., Пермякова О.Л. Контроль содержания N-нитрозаминов в пищевых продуктах	87
Ловкис З.В., Бубырь И.В. Исследование накопления фенолов в пресноводной рыбе в процессе холодного копчения	95

CONTENTS

Morgunova H.M. Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus: from origins to the Prize of the Government.....	6
Petjushev N.N., Sadouskaya A.V., Usenia Y.S., Evtushevskaya L.V. Evaluation of vitamin-mineral and amino acid composition of frozen semi-finished food based on vegetable raw materials.....	13
Lehnert S.A., Malyuk L.P., Dubinina A.A., Khomenko O.A., Radchenko A.E. Organoleptic analysis of new blended oils with natural antioxidant extracts	22
Agafonov O.S., Franko E.P. Quality control of oilseeds based on pulsed nuclear magnetic resonance	30
Kucher A.S., Trotskaya T.P. Studying of consumer preferences of Grodno residents to functional bakery products	37
Leonov O.A., Shkaruba N.ZH. The elements of the HACCP system in the production boiled-smoked sausages.....	44
Miklikh I.V., Soroko O.L., Efimova E.V., Sokolovskaya L.N., Zabelo T.N. Influence of modes of heat treatment on the properties of the recovered dry dairy raw materials for the manufacture of fermented dairy products.....	53
Pochitskaya I.M., Aleksandrovskaia E.S., Chekun O.V. Peculiarities of nickel determination by the method of atomic absorption spectrometry with electrothermic atomization	64
Potchitskaya I.M., Komarova N.V., Krasouskaya E.S. Freshness estimation of freshwater fish, grown in Republic of Belarus	71
Potchitskaya I.M., Permyakova O.L. Control of N-nitrosamines content in food products	87
Lovkis Z.V., Bubyr I.V. Study of the accumulation of phenols in freshwater fish in the cold smoking process	95

[663/664+637.1/.5]:001.89(476)

Поступила в редакцию 05.06.2018
Received 05.06.2018**Е.М. Моргунова***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь***НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
БЕЛАРУСИ ПО ПРОДОВОЛЬСТВУ: ОТ ИСТОКОВ ДО ПРЕМИИ
ПРАВИТЕЛЬСТВА**

Аннотация: В мае 2018 года РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» присуждена Премия Правительства Республики Беларусь за достижения в области качества 2017 года за значительные результаты в области качества и конкурентоспособности производимой продукции, оказываемых услуг и выполняемых работ, внедрение инновационных технологий и современных методов менеджмента.

В представленной статье отражена история формирования, а также основные направления деятельности и развития Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию. Отражены результаты работы по научному сопровождению и развитию перерабатывающих отраслей пищевой промышленности, созданию новых технологий и ассортимента пищевых продуктов, оборудования для предприятий пищевой промышленности, разработке методик и осуществлению контроля качества и безопасности пищевой продукции, сырья и материалов, разработке технических нормативных правовых актов и технологической документации на все виды пищевых продуктов, проведению сертификационных исследований продукции.

Ключевые слова: пищевая промышленность, научные исследования, научно-технические программы, научное сотрудничество, технологии пищевых продуктов, система достижения качества

H.M. Morgunova*RUE «Scientific-Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Minsk, Republic of Belarus***SCIENTIFIC-PRACTICAL CENTER FOR FOODSTUFFS OF THE NATIONAL
ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS: FROM ORIGINS TO THE PRIZE
OF THE GOVERNMENT**

Abstract: In May 2018 RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” was awarded the Prize of Government of the Republic of Belarus for achievements in the field of quality in 2017 for significant results in the field of quality and competitiveness of products, services or works performed, the introduction of innovative technologies and modern management methods.

The article reveals the history and main activity directions of the Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus. There are reflected the results of scientific support and development of processing branches of food industry, creation of new technologies and product varieties, equipment for processing enterprises, the development of methods for quality and safety control of foods, raw materials, and materials, the development of new technical normative acts and technological documents or all types of food products, certificate testing of products.

Keywords: Food industry, scientific research, research programs, scientific cooperation, foodstuffs technology, quality achievement system

Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию — это своеобразный штаб, координирующий работу пищевой промышленности страны, аккумулирующий научные и технические достижения в данной сфере и определяющий перспективные направления развития пищевой индустрии в целом.

Формирование данной структуры заняло годы и проходило в несколько этапов. Сначала в 2001 году путем реорганизации Белорусского проектного, конструкторского и технологического института пищевой промышленности, Института «Технопрод» и научно-исследовательского предприятия «Стандартплодоовощ» был создан БелНИИ пищевых продуктов с двумя дочерними предприятиями.

В 2006 году к нему присоединили бывшее РУП «БЕЛНИКТИММП» (ныне РУП «Институт мясо-молочной промышленности»), Инженерно-технический центр «Семплодоовощпроект», дочерние предприятия «Мариз» и «Технопрод», а сам Центр получил свое нынешнее наименование. Позже в состав Научно-практического центра вошло государственное предприятие «Белтехнохлеб».



Создание такой крупной научной структуры было обусловлено рядом причин. Во-первых, было необходимо сконцентрировать научный потенциал для решения актуальных и перспективных задач развития отрасли. Ведь на повестке дня, наряду с формированием принципиально новых теоретических основ и проведением научных исследований, стояла задача получить широкий спектр инновационной отечественной продовольственной продукции, в том числе функционального, профилактического, оздоровительного и специального назначения, отвечающей мировым стандартам качества, безопасности и конкурентоспособности. Во-вторых, требовалось усилить контроль качества продовольственного сырья и продуктов питания в соответствии с жесткими мировыми требованиями.

Передача Центра в ведомственную подчиненность Национальной академии наук позволила расширить сферу его деятельности до республиканских масштабов, особенно в области проведения фундаментальных работ по изучению технологических процессов при переработке сельскохозяйственного сырья, сформировать принципиально новые подходы по методологии создания конкурентоспособных продуктов питания, а также сконцентрировать усилия ученых на решении проблемных вопросов пищевой промышленности Республики Беларусь.

В этот период сотрудники отделов и лабораторий активно и плодотворно занимаются комплексными фундаментальными и прикладными исследованиями, выполняют задания государственных программ «Агропромкомплекс — возрождение и развитие села», государственной программы импортозамещения, «Продовольственная безопасность»; «Рациональное питание», «Инновационные технологии в АПК», «Инновационные биотехнологии», Президентской программы «Дети Беларуси», ряда отраслевых и региональных программ.

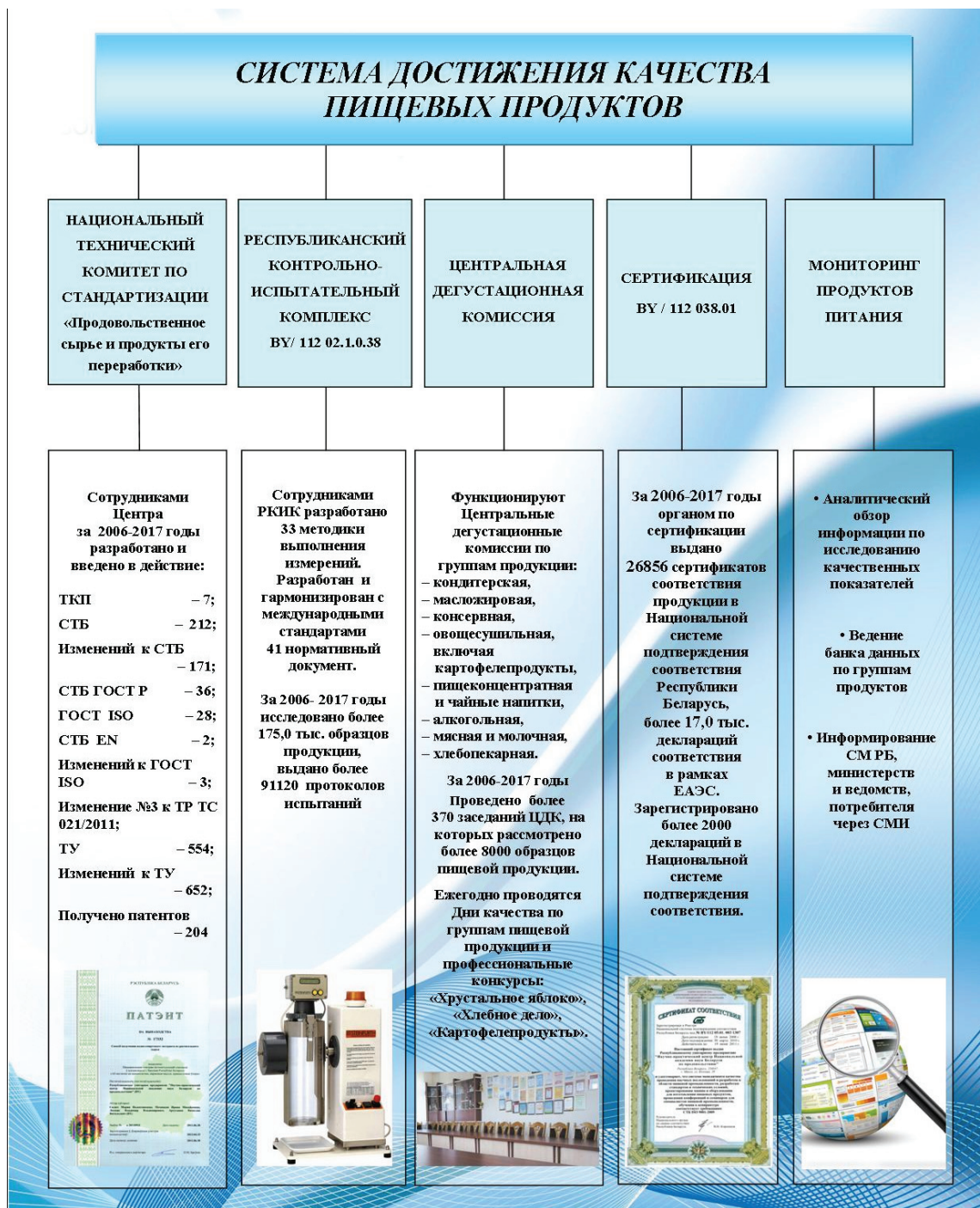
Так как научно-исследовательский институт — это прежде всего кадры, была организована целенаправленная подготовка специалистов высшей квалификации по особо необходимым специальностям пищевой индустрии и переподготовка кадров по новым технологиям для пищевой промышленности. В 2003 г. была открыта аспирантура, обучение в которой сегодня ведется по пяти специальностям, а в марте 2007 года приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь создан совет по защите диссертаций. С целью пропаганды научных достижений и разработок с 2008 г. издается научно-технический журнал «Пищевая промышленность: наука и технология», включенный в Перечень изданий для опубликования результатов диссертационных исследований. Для развития научного потенциала Центра по продовольствию, повышения роли и ответственности молодых ученых в выполнении научно-исследовательских работ в феврале 2010 года создан совет молодых ученых.

Разработки Центра выходят на международный уровень. Начинает развиваться международное сотрудничество, реализуются совместные проекты с научными организациями Евросоюза: из Литвы, Латвии, Польши, Дании...

Сегодня РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» — лидер и крупнейшее научно-исследовательское учреждение Беларуси, осуществляющее научное сопровождение и реализацию практических разработок более чем для 25 перерабатывающих отраслей пищевой промышленности Республики Беларусь со сформированными ценностями и приверженностью к культуре качества.

Для комплексного обеспечения качества и конкурентоспособности отечественной и ввозимой пищевой продукции в Центре по продовольствию функционирует система контроля качества, которая включает в себя следующие составляющие:

- ♦ разработка стандартизированных показателей качества пищевых продуктов (Национальный технический комитет по стандартизации);
- ♦ механизм оценки и контроля показателей качества и безопасности (Республиканский контрольно-испытательный комплекс по качеству и безопасности продуктов питания);
- ♦ установление соответствия показателей качества и безопасности нормативным требованиям (орган по сертификации пищевой и парфюмерно-косметической продукции);
- ♦ система центральных дегустационных комиссий;
- ♦ мониторинг отечественного рынка продуктов питания по показателям качества и безопасности.



Система контроля качества отечественной и ввозимой пищевой продукции позволяет защитить отечественный рынок и потребителя от фальсифицированной и низкокачественной продукции.

Исследовательские лаборатории Центра оснащены новейшими высокоточными приборами и оборудованием, отвечающим современным международным требованиям и позволяющими проводить исследования на высоком научном уровне. Некоторые образцы являются уникальными и единственными в Республике Беларусь. Именно здесь в НПЦ по продовольствию действует единственная на всю страну отраслевая лаборатория сахарного производства.

Большое внимание уделяется разработке и внедрению технологий детского питания. Создаются совершенно новые технологии продуктов питания для беременных женщин, кормящих матерей и пожилых людей. Формируется и развивается научное направление по созданию продуктов питания и напитков функционального назначения, в том числе для людей, больных целиакией и фенилкетонурией. Впервые в Беларуси разрабатываются технологии получения модифицированных крахмалов. Существенно расширяется ассортимент отечественных продуктов из картофеля, плодов и овощей, натуральных вин.



Секрет успеха любой организации это наличие руководителя — лидера, не боящегося брать на себя ответственность и создание команды единомышленников, в которой каждый работает на единый результат, боится за порученное ему дело как за свое. Сотрудники организации, как правило, хотят видеть в лице своего руководителя защитника и попечителя, готового помочь им в трудную минуту. Именно таким руководителем-лидером является генеральный директор РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» Ловкис Зенон Валентинович — заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор.

Основные стратегические направления развития Центра по продовольствию сегодня:

- ♦ реализация инновационных проектов по комплексному решению научно-технологических задач отраслей перерабатывающей промышленности Республики Беларусь;
- ♦ разработка высокоэффективных безотходных ресурсосберегающих технологий, создание новых продуктов питания с использованием последних достижений наноиндустрии;
- ♦ участие в формировании и выполнении научно-технических программ Союзного государства, отраслевых научно-технических программ и других государственных программ, направленных на создание новых технологий, продуктов, машин и аппаратов;
- ♦ создание собственных производств: цеха по производству ферментных препаратов для спиртовой промышленности и производство питьевой воды;
- ♦ подготовка научных кадров, в том числе специалистов по узким специализациям;
- ♦ усиление контроля качества за сырьем и продуктами питания посредством повышения технического уровня испытательной лабораторной базы и оснащения ее современными приборами, оборудованием и методиками;
- ♦ участие в работах по техническому нормированию и стандартизации, участие в работе международных комитетов по стандартизации.

Реализованы крупные научные инновационные проекты: ГНТП «Агропромкомплекс — устойчивое развитие»; международный проект Евросоюза 7 РП, программы Союзного государства «Отходы», «Топинамбур» и др.



Постоянное развитие — это базовая ценность научной организации. В 2016 году постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси на базе Центра создан Кластер «Республиканский центр технологий здорового питания».

С целью получения новой информации, обмена опытом при организации научных исследований, подготовки совместных проектов и развития международного сотрудничества, а также для обсуждения возникших в практической деятельности проблем ученые Центра принимают активное участие в международных выставках, семинарах, конференциях, курсах повышения квалификации, стажировках как в Республике Беларусь, так и за рубежом (в Российской Федерации, Украине, Молдове, Японии, Франции, Польше, Болгарии, Литве, странах ЕАЭС и т.д.). В 2017 году сотрудники РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию» приняли участие в 78 международных и республиканских семинарах, совещаниях, конкурсах, в 2 международных и 6 республиканских выставках с демонстрацией на данных выставках более 130 экспонатов продукции, разработанной специалистами Центра. Организовано и проведено 37 научных мероприятий на базе Центра: международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности», Первый международный Конгресс «Наука, питание, здоровье», ежегодный конкурс консервированной продукции «Хрустальное яблоко», а также международные научно-практические семинары, симпозиумы, круглые столы.

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» в своей работе опирается на предпочтения потребителей, потребности промышленных предприятий отраслей, поэтому при разработке научно-технической продукции осуществляется совершенствование технологий с учетом технических возможностей предприятий, научное сопровождение пуска в эксплуатацию новых производств. Значимыми разработками Центра являются технологии кондитерских изделий без добавления сахара, в том числе разрешенных для питания больных сахарным диабетом; сахаристых и мучных кондитерских изделий, предназначенных для питания детей, болеющих целиакией и фенилкетонурией; изделий, обогащенных функциональными ингредиентами для диетического профилактического питания; продукция функционального назначения для беременных и кормящих женщин; технологии производства свежих и стерилизованных овощей в упаковке из полимерных материалов; технология и новые виды сухих завтраков с использованием функциональных пищевых ингредиентов (лактозулы, пищевых волокон, сахарозаменителей, микроэлементов) и многое другое.

Интерес со стороны потребителей подтверждает, что предлагаемая предприятиям пищевой индустрии продукция Центра по продовольствию нашла свою нишу на рынке в ассортиментном пространстве пищевой промышленности Республики Беларусь. При разработке ассортимента учитываются вкусовые пристрастия и финансовые возможности различных потребительских групп.

Разработка продукта или нового вида инновационного оборудования — достаточно сложный и трудоемкий процесс, который проходит много ступеней. Отшлифовывается индивидуальный вкус продукта, который зависит от подбора сырья, компонентов и технологий изготовления. И сам пищевой продукт, и его упаковка (дизайн, цветовая гамма) неоднократно рассматриваются и оцениваются при проведении рабочих дегустаций специалистами соответствующих технологических отделов, а также на заключительном этапе — на заседании центральной дегустационной комиссии.

Сотрудники лабораторий Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания (РКИК) регулярно контролируют качество и безопасность продовольственного сырья и готовых пищевых продуктов, проводя хроматографические, микробиологические, физико-химические исследования. Участвуя в международных межлабораторных сличительных испытаниях, РКИК подтверждает свою техническую компетентность в программах проверок квалификации международных провайдеров, таких как LGS Standards, FAPAS по определению микробиологических показателей, физико-химических показателей в вине, хлебобулочных изделиях, мясной продукции, определению нитритов, микроэлементов, пестицидов, микотоксинов, транс-изомеров жирных кислот, красителей, витаминов, сенсорному анализу; а также в межлабораторных сличительных испытаниях, организованных Роспотребнадзором РФ, по микробиологическим и паразитологическим показателям.

Орган по сертификации проводит работы по подтверждению соответствия продукции требованиям нормативной правовой документации и технических регламентов ЕАЭС.

Результаты маркетинговых исследований являются основополагающими в процессе прогнозирования производственной программы и разработки ассортимента продукции. В Центре постоянно ведется работа по расширению ассортимента продукции на основе изучения покупательского спроса и предпочтений покупателей. В частности, специалисты Центра, используя мировой опыт и мировые стандарты, приступили к активному внедрению научно обоснованных потребительских маркетинговых исследований. Это позволяет выяснить не только то, какой продукт выбирает потребитель, но и по

каким причинам предпочтение отдается именно ему. После обработки данных ученые Центра составляют конкретные рекомендации для предприятий пищевой индустрии. Такая информация имеет большое значение для изготовителя, если он стремится сделать свой продукт более востребованным и конкурентоспособным на рынке. Выступая в роли связующего звена между изготовителем и потребителем, Центр оказывает не только теоретическую, но и практическую помощь.

Одной из задач Центра является формирование теоретических основ и обеспечение комплексных фундаментальных и прикладных научных исследований, направленных на отработку методологии создания приоритетных конкурентоспособных продуктов питания. Но без тесного сотрудничества с изготовителем решать подобные задачи было бы невозможно. В этой связи Центр принимает активное участие в подготовке специалистов предприятий и повышении их квалификации. На обучающих семинарах, организованных Центром, собираются представители предприятий и производственных лабораторий для изучения новых стандартов качества, новых методик и приборов, различных инновационных исследований, последних научных разработок.

По итогам 2017 года НПЦ НАН Беларуси по продовольствию удостоен высокой награды — признан Лауреатом Премии Правительства Республики Беларусь за достижения в области качества. Участие в конкурсе на соискание Премии Правительства позволило получить объективную экспертную оценку работы центра с указанием сильных сторон, областей, где могут быть введены улучшения, а также обозначить направления по оптимизации функционирующей в организации системы управления.



Премия Правительства Республики Беларусь подтвердила лидерские позиции Центра по продовольствию в сфере научных разработок в области пищевой промышленности, его репутацию надежного делового партнера и производителя высококачественной и конкурентоспособной продукции. Участие в конкурсе на получение премии в области качества способствовало саморазвитию предприятия путем целенаправленного совершенствования практически всех направлений его деятельности. В планах Центра создание новых продуктов питания с использованием последних достижений наноиндустрии, участие в разработке и выполнении научно-технических программ, а также создание собственных производств: цеха по выпуску ферментных препаратов для спиртовой промышленности и производство детской питьевой воды.

Сочетая верность традициям и приверженность к внедрению новейших технологий, коллектив РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» с оптимизмом смотрит в будущее и гарантирует потребителям только самое натуральное, качественное и здоровое.

Информация об авторах

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

Information about authors

Morgunova Helena Mikhailovna — PhD in Engineering sciences, Assistant professor, Deputy General Director for standardization and quality of food products of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., Minsk, Belarus). E-mail: info@belproduct.com

Н.Н. Петюшев, А.В. Садовская, Ю.С. Усеня, Л.В. Евтушевская

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

ОЦЕНКА ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО И АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ФОРМОВАННЫХ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА ОСНОВЕ ОВОЩНОГО СЫРЬЯ

Аннотация: В статье представлены результаты исследований витаминно-минерального и аминокислотного состава замороженных овощных полуфабрикатов на основе морковного, капустного, свекольного сырья. Установлено, что биологическая ценность белка овощных котлет составляет более 98 %, минимальный аминокислотный скор в исследованных образцах морковных и капустных котлет установлен для валина, у свекольных котлет для суммы метионина и цистеина. Анализ витаминно-минерального состава показал, что употребление 100 г разработанных овощных котлет обеспечит организм человека в функциональных веществах (в сут.) — до 26,1 % в витамине В₂, до 11,3 % в витамине С, до 5 % в клетчатке, в Са до 12,05 %, в Fe до 9,57 %, в К до 12,1 %, в Mg до 6,65 %, в P до 7,37 %.

Ключевые слова: овощи (морковь, свекла, капуста), формованные замороженные полуфабрикаты, аминокислотный состав, биологическая ценность

N.N. Petjushev, A.V. Sadouskaya, Y.S. Usenia, L.V. Evtushevskaya

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

EVALUATION OF VITAMIN-MINERAL AND AMINO ACID COMPOSITION OF FROZEN SEMI-FINISHED FOOD BASED ON VEGETABLE RAW MATERIALS

Abstract: Results of researches of vitamin-mineral and amino-acid composition of frozen vegetable semi-finished products on the basis of carrot, cabbage, beet raw materials are presented in article. It is established that the biological value of vegetable cutlets protein is more than 98 %, the minimum amino-acid score in the samples of carrot and cabbage cutlets is established for valine, for beet cutlets for the sum of methionine and cysteine. Analysis of the vitamin-mineral composition showed that the consumption of 100 g of developed vegetable cutlets will provide the human body with functional substances (on days) — up to 26,1 % in vitamin B₂, up to 11,3 % in vitamin C, up to 5 % in cellulose, in Ca up to 12,05 %, in Fe up to 9,57 %, in K to 12,1 %, in Mg to 6,65 %, in P to 7,37 %.

Key words: vegetables (carrots, beets, cabbage), molded frozen prepared food, amino acid composition, biological value

Введение. Овощи являются важнейшими составляющими рационального питания населения, обеспечивающими организм человека необходимыми углеводами, витаминами группы В, РР, С, β-каротином, бетаином, минеральными веществами, биофлавоноидами, пектиновыми веществами и др. Все эти вещества необходимы для жизнедеятельности человека и защищают организм от болезней и старения [1]. Обеспечение населения страны разнообразной и качественной овощной продукцией, удовлетворяющей физиологические нормы потребления — важная социальная и экономическая задача. Употребление свежих овощей и фруктов круглогодично не всегда возможно из-за климатических условий выращивания овощного сырья в стране, его хранения и реализации, поэтому использование глубокой переработки овощей с применением современных эффективных технологических приемов приобретает важное значение, позволяет рационально сохранить сырье, снизить его потери и получить новые виды продукции [2]. Альтернативным способом сохранения пищевой и биологической ценности сырья и обеспечения высокого уровня микробиологической безопасности является замораживание овощных полуфабрикатов, основу которых составляют свежая овощная масса (морковь, свекла, ка-

пуста). Включение в состав овощных полуфабрикатов таких дополнительных компонентов, как крупа пшеничная, хлопья овсяные, сухое картофельное пюре, крупа манная, сухари панировочные, крахмал картофельный, мука пшеничная, порошок яичный, молоко сухое, чеснок сушеный, лук сушеный и т.д. не только придает данному продукту вкусовые свойства и обогащают питательными веществами, но и выполняют структурообразующую функцию [1, 3, 4].

В лабораторных условиях были проведены исследования по подбору рецептурных компонентов формованных овощных полуфабрикатов и их соотношению, на основании которых специалистами РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» разработаны рецептуры и в производственных условиях ООО «Белка-Центр» совместно со специалистами предприятия изготовлены образцы овощных котлет (морковных, свекольных, капустных).

Цель дальнейших исследований — проведение исследований формованных замороженных полуфабрикатов на основе овощного сырья и оценка их аминокислотного и витаминно-минерального состава.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований являлись овощные замороженные котлеты следующих видов: котлеты морковные с луком и манной крупой (образец 1), котлеты морковные (образец 2), котлеты свекольные (образец 3), котлеты капустные (образец 4), изготовленные в соответствии с разработанными рецептурами.

Исследование аминокислотного состава овощных замороженных котлет осуществлялось в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания по МВИ. МН 1363-2000.

Исследования по определению основных физико-химических показателей (влажность, содержание клетчатки, жира, белка, углеводов), витаминно-минерального состава (витамины (С, группы В, Я-каротин), микро- и макроэлементы (К, Са, Mg, P, Fe, Zn)) проведены в соответствии с требованиями ТНПА [3, 5–10]. При проведении исследований было использовано следующее оборудование: жидкостной хроматограф Agilent 1200, весы лабораторные электронные PA 2102, электропечь сопротивления SNOL, спектрофотометр CARY-50, шкаф сушильный Binder FD-53.

Оценку аминокислотной сбалансированности формованных замороженных полуфабрикатов на овощной основе проводили по аминокислотному скору, коэффициенту различия аминокислотного скору (КРАС), биологической ценности (БЦ), коэффициенту утилитарности аминокислотного состава и индексу незаменимой аминокислоты (ИНАК) [11–14].

Результаты и их обсуждение.

Полученные результаты содержания заменимых и незаменимых аминокислот в овощных замороженных котлетах приведены в табл. 1.

Таблица 1. Аминокислотный состав исследованных образцов
Table 1. Amino-acid composition of the studied samples

Наименование показателя, г/100г	Результаты			
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Аспарагиновая	0,236	0,268	0,155	0,178
Глютаминовая	1,256	0,822	0,879	0,972
Серин	0,231	0,180	0,150	0,197
Гистидин	0,107	0,066	0,047	0,061
Глицин	0,153	0,148	0,090	0,115
Аргинин	0,230	0,202	0,097	0,150
Аланин	0,223	0,184	0,112	0,137
Цистин	0,059	0,059	н/о (<0,010)	0,053
Валин	0,119	0,102	0,069	0,094
Лейцин	0,295	0,218	0,163	0,222
Изолейцин	0,109	0,090	0,071	0,090
Лизин	0,158	0,126	0,092	0,111
Метионин	0,088	0,059	0,047	0,065

Окончание табл 1

Наименование показателя, г/100г	Результаты			
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Треонин	0,241	0,128	0,086	0,117
Фенилаланин	0,221	0,166	0,112	0,158
Тирозин	0,266	0,094	0,054	0,083
Суммарное количество	4,049	2,910	2,225	2,803

Аминокислотный скор формованных замороженных полуфабрикатов на основе овощного сырья представлен в табл. 2.

Таблица 2. Аминокислотный скор незаменимых аминокислот исследованных образцов
Table 2. The amino acid score of the essential amino acids of the studied samples

Незаменимая аминокислота	«Идеальный белок» ФАО/ВОЗ г/100 г	Аминокислотный скор, %			
		Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Валин	5,0	2,38	2,03	1,39	1,88
Лейцин	7,0	4,21	3,12	2,32	3,18
Изолейцин	4,0	2,72	2,24	1,78	2,25
Лизин	5,5	2,87	2,29	1,67	2,0
Метионин+цистеин	3,5	4,2	3,37	1,35	3,37
Треонин	4,0	6,03	3,2	2,16	2,92
Фенилаланин+тирозин	6,0	8,12	4,33	2,77	4,0

Из представленных данных следует, что аминокислотный скор котлет морковных замороженных с луком, морковных замороженных и котлет капустных лимитирован по валину (аминокислотный скор 2,38 %, 2,03 % и 1,88 % соответственно), а аминокислотный скор котлет свекольных — по сумме метионина и цистеина (1,35 %). Значение скоры лимитирующей аминокислоты определяет биологическую ценность и степень усвоения белков.

Показатели биологической ценности белковой составляющей овощных замороженных котлет представлены на рис. 1–4.

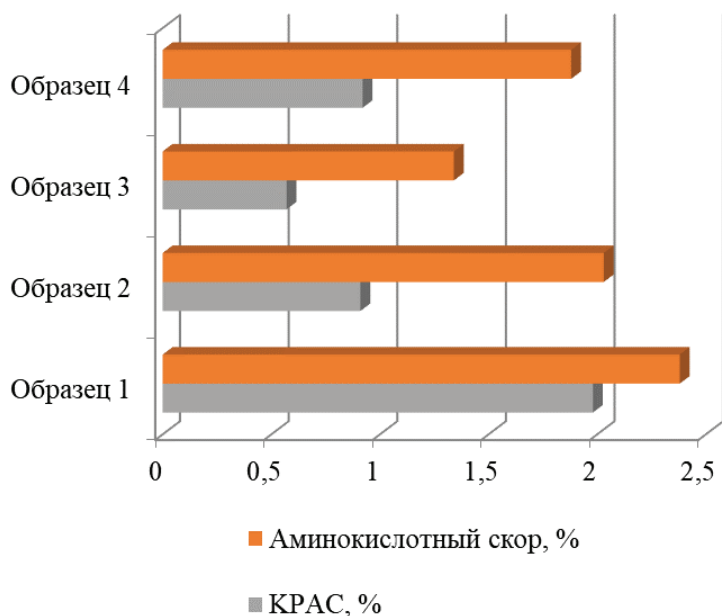


Рис. 1. Минимальный аминокислотный скор и коэффициент различия аминокислотного скор (КРАС) овощных котлет (в %)

Fig. 1. The minimum amino-acid score and the difference coefficient in amino acid scores of vegetable cutlets (%)

Из рис. 1 видно, что минимальный аминокислотный скор котлет морковных с луком и манной крупой превосходит минимальный скор морковных котлет с овсяными хлопьями на 14,7 %, котлет свекольных на 43,2 %, котлет капустных на 21 %.

Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС, %), показывающий среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора какой-либо незаменимой аминокислоты, для котлет свекольных составил 0,57 %, для котлет капустных — 0,92 %, котлет морковных — 0,91 %, котлет морковных с луком — 1,98 %.

Важным является показатель биологической ценности белка, который характеризует качество белкового компонента продукта, обусловленное степенью сбалансированности состава аминокислот. Белок овощных котлет обладает высокой биологической ценностью (более 98 %) (рис. 2).

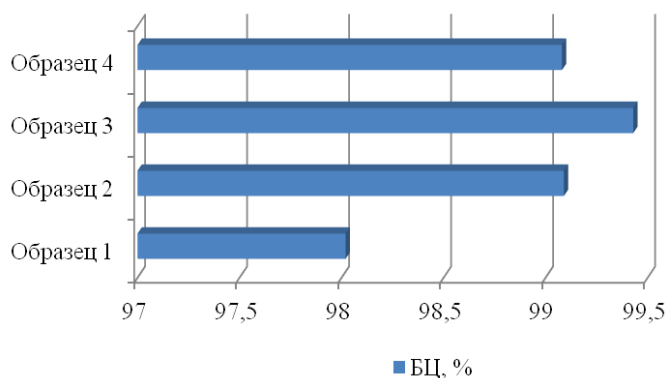


Рис. 2. Показатели биологической ценности овощных котлет (в %)
 Fig. 2. Indicators of the biological value of vegetable cutlets (%)

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава имеет практическое значение, так как возможность утилизации организмом аминокислот predetermined минимальным скором одной из них [15] и позволяет охарактеризовать сбалансированность незаменимых кислот по отношению к эталону. Чем больше коэффициент утилитарности приближен к единице, тем более сбалансирован белок образца. Из результатов расчетов видно (рис. 3), что более 50 % аминокислот исследованных образцов овощных котлет могут утилизироваться организмом, при этом лучше усваиваются аминокислоты котлет капустных, свекольных и морковных с овсяными хлопьями, их коэффициент утилитарности составляет 0,66–0,68.

Чем выше ИНАК, тем больше по массе незаменимых аминокислот (НАК) в исследуемом образце [16]. Индекс незаменимых аминокислот исследованных образцов меньше 1 и составляет всего 0,028–0,04 (рис. 4), следовательно, в исследуемом белке сумма НАК ниже, чем в эталоне.

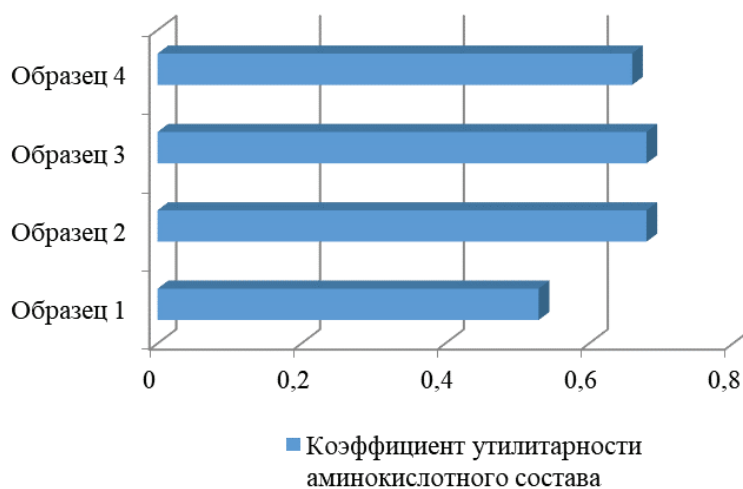


Рис. 3. Показатели коэффициента утилитарности овощных котлет
 Fig. 3. Indicators of the utility ratio of vegetable cutlets

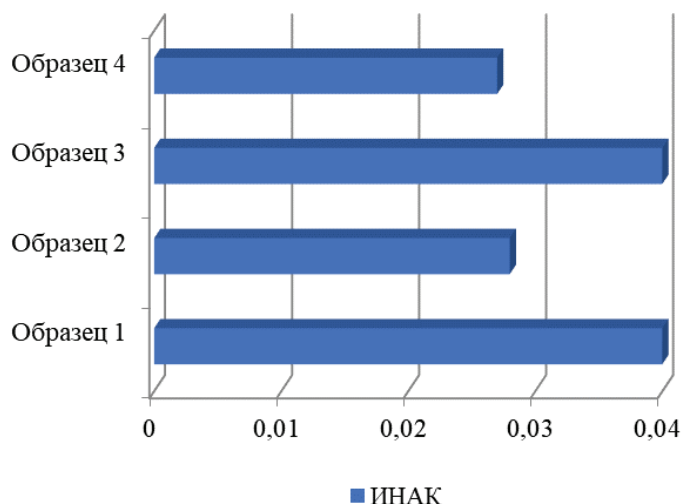


Рис. 4. Индекс незаменимых аминокислот овощных котлет
Fig. 4. Index of essential amino acids of vegetable cutlets

На рис. 5 представлены данные по расчету аминокислотной сбалансированности белков исследованных образцов овощных котлет. В результате анализа данных, представленных на рис. 5, установлено, что по показателю утилитарности незаменимые аминокислоты исследованных образцов можно расположить в следующей убывающей последовательности:

- ♦ котлеты морковные: валин (100 %)→изолейцин (90 %)→лизин (89 %)→лейцин (65 %)→треонин (63 %)→метионин+цистеин (60 %) →фенилаланин+тирозин (47 %);
- ♦ котлеты морковные с луком и манной крупой: валин (100 %)→изолейцин (87 %)→лизин (83 %)→лейцин (56 %)→метионин+цистеин (56 %)→треонин (39 %)→ фенилаланин+тирозин (29 %);
- ♦ котлеты свекольные: метионин+цистеин (100 %)→валин (97 %)→лизин (80 %)→изолейцин (75 %)→треонин (62 %)→лейцин (57 %)→фенилаланин+тирозин (48 %);
- ♦ котлеты капустные: валин (100 %)→лизин (93 %)→изолейцин (83 %)→треонин (64 %)→лейцин (59 %)→метионин+цистеин (56%)→фенилаланин+тирозин (47 %).

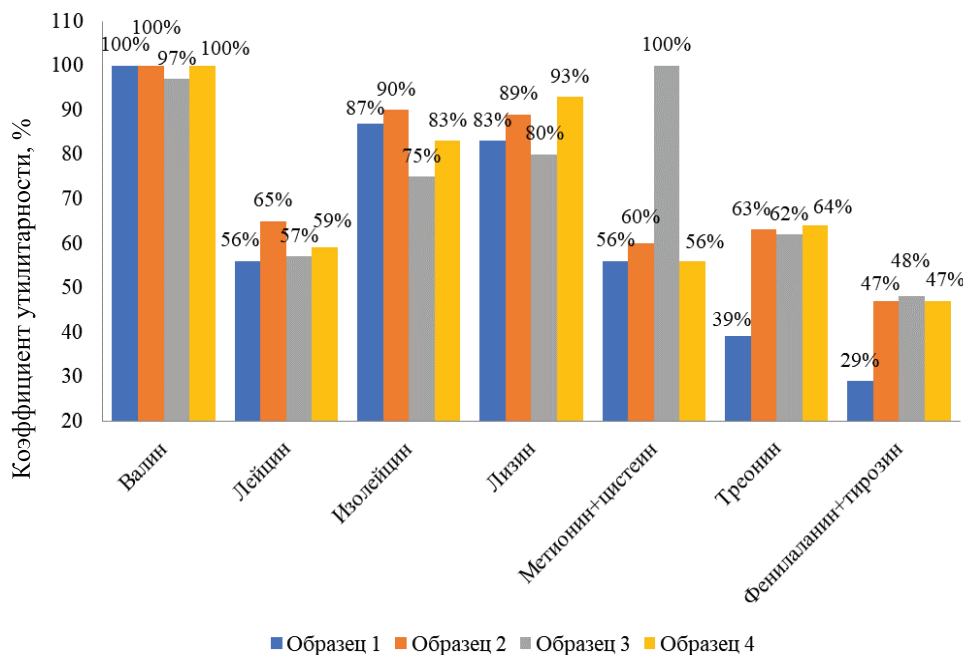


Рис. 5. Коэффициент утилитарности незаменимых аминокислот овощных котлет
Fig. 5. Utility coefficient of essential amino acids in vegetable cutlets

В ходе выполнения работы овощные котлеты были изучены по витаминно-минеральному составу (витамины С, В₁, В₂, бета-каротин, минеральные вещества: Са, Mg, P, K, Fe) и физико-химическим показателям. Полученные результаты приведены в табл. 3 и на рис. 6–7.

Таблица 3. Витаминный состав и физико-химические показатели исследованных образцов
Table 3. Vitamin composition and physicochemical parameters of the studied samples

Наименование показателя	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Витамин В ₁ , мг/100г	н/о	н/о	н/о	н/о
Витамин В ₂ , мг/100г	0,47	0,28	0,18	0,21
Витамин С, мг/100г	0,85	1,84	н/о (менее 0,5)	10,18
Бета-каротин, мг/100г	10,11±1,52	9,95±1,49	-	-
Массовая доля клетчатки, %	1,2	1,4	1,5	1,2
Массовая доля углеводов, %	25,2	25,6	26,4	21,9
Массовая доля жира, %	1,6	1,4	1,5	1,2

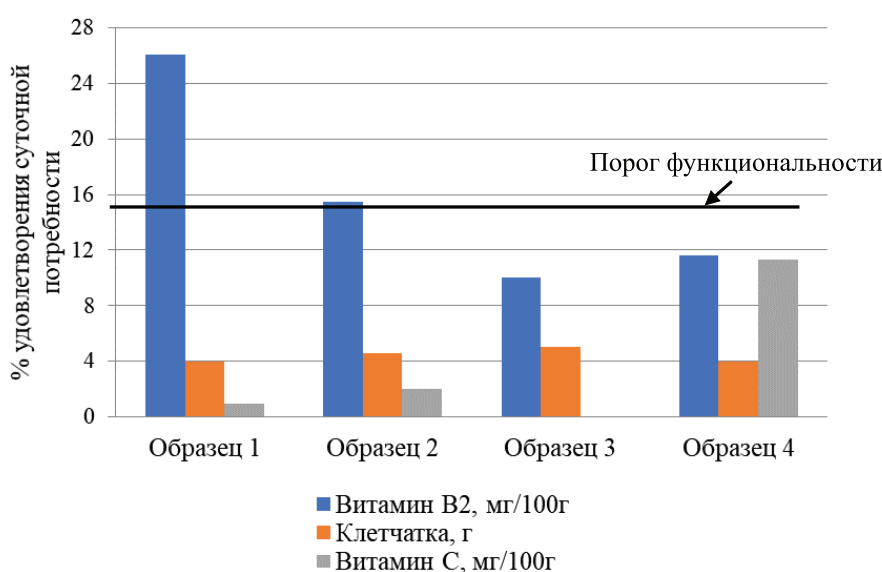


Рис. 6. Процент удовлетворения суточной потребности в витаминах В₂, С и клетчатке в исследованных овощных котлетах
Fig. 6. Percent of satisfaction the daily requirement for В₂, С vitamins and fibers in the studied vegetable cutlets

В результате анализа полученных данных установлено, что в исследованных образцах овощных котлет содержание жира составляет не более 1,6 %, что свидетельствует о низком содержании жира в продукции. Котлеты морковные с овсяными хлопьями и котлеты морковные с луком и манной крупой являются источником витамина В₂, т.к. содержание В₂ составляет более 15 % средней суточной потребности в данном витамине. По содержанию бета-каротина 100 г котлет морковных полностью удовлетворяет суточную потребность в данном нутриенте.

Выводы. Анализ аминокислотного состава исследованных образцов показал, что содержание незаменимых аминокислот составляет 0,7–1,56 г/100 г, а биологическая ценность более 98 %. Установлено, что более 50 % аминокислот исследованных образцов овощных котлет могут утилизироваться организмом, при этом лучше усваиваются аминокислоты котлет капустных, свекольных и морковных с овсяными хлопьями, их коэффициент утилитарности составил 0,66–0,68. Коэффициент различия аминокислотного скора овощных котлет, показывающий избыточное количество незаменимых аминокислот, используемых на пластические нужды, составляет 0,57–0,98 %. Анализ минерально-витаминного состава показал, что употребление 100 г овощных котлет обеспечит организм человека в функциональных веществах (в сут.) — до 26,1 % в витамине В₂, до 11,3 % в витамине С, до 5 % в клетчатке, до 12,05 % в Са, до 9,57 % в Fe, до 12,1 % в К, до 6,65 % в Mg, до 7,37 % в P.

Полученные результаты позволяют позиционировать котлеты овощные как продукты с высокой пищевой ценностью, имеющие функциональную направленность и рекомендовать их к употреблению для всех групп населения.

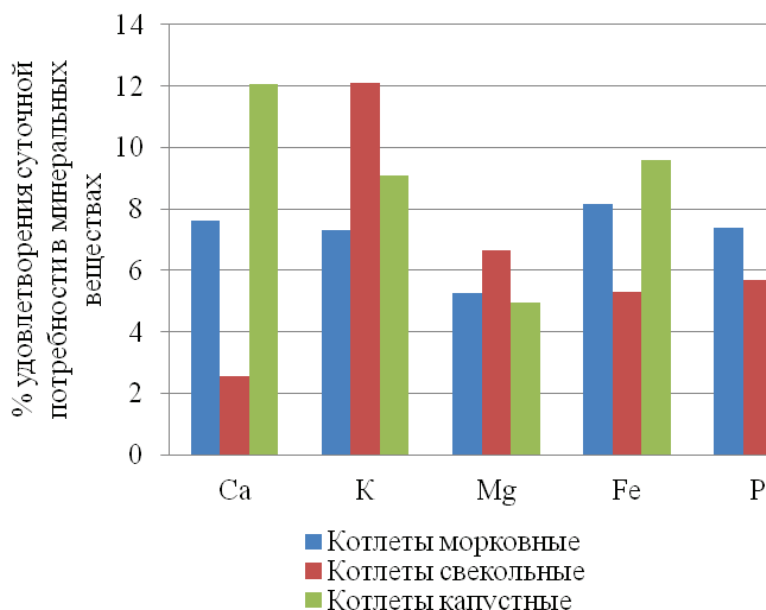


Рис. 7. Процент удовлетворения суточной потребности в минеральных веществах, содержащихся в овощных котлетах

Fig. 7. Percent of satisfaction the daily requirement for mineral substances contained in vegetable cutlets

Список использованных источников

1. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник / под общ. науч. ред. И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. — М. : ДеЛи принт, 2007. — 276 с.
2. Борисов, В.А. Оценка сортов и гибридов моркови на пригодность для производства быстрозамороженной продукции / В.А. Борисов, А.В. Романова, Е.В. Янченко // Вестник МАХ. — 2016. — С. 10–14.
3. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / под. ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина и проф., д-ра мед. наук М.Н. Волгарева / 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Агропромиздат, 1978. — 360 с.
4. Гаурильчикайте, В.В. Обоснование срока хранения замороженного формованного полуфабриката из растительного сырья / В.В. Гаурильчикайте, О.Н. Анохина // Научный журнал «Известия КГТУ». — 2017. — №46. — С. 72–80.
5. ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги. Введ. 1991-06-30. — М. : Стандартинформ, 2011. — 11 с.
6. ГОСТ 8756.21-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения жира. Введ. 1991-06-30. — М. : Стандартинформ, 2010. — 9 с.
7. ГОСТ 13496.2-91 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. Введ. 1992-07-01. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. — 6 с.
8. МВИ. МН 3239-2009 Определение «бета»-каротина в специализированных продуктах питания. Методика выполнения измерений. — Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены». — 18 с.

9. СТБ EN 14122-2012 Продукты пищевые. Определение витамина В1 методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). — М. : БелГИСС, 2013. — 20 с.
10. ГОСТ Р EN 14130-2010 Продукты пищевые. Определение витамина С с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Введ. 2012-01-01. — М.: Стандартиформ, 2012. — 16 с.
11. *Чижикова, О.И.* Полуфабрикат повышенной биологической ценности / О.И. Чижикова [и др.] // Наука, техника, производство. — 2007. — № 7. — С. 51–52.
12. *Санина, Т.А.* Рецептуры композитных смесей для хлебобулочных изделий / Т.А. Санина [и др.] // Наука, техника, производство. — 2006. — № 2. — С. 66–68.
13. *Щеколдина, Т.В.* Совершенствование технологии хлебобулочных изделий повышенной биологической ценности с использованием белкового изолята подсолнечного шрота: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. — Краснодар, 2010. — 169 с.
14. *Щеколдина, Т.В.* Изучение биологической ценности семян квиноа (*chenopodium quinoa willd.*) для создания специализированных продуктов питания / Т.В. Щеколдина, Е.А. Черниховец, А.Г. Христенко // Техника и технология пищевых производств. — 2016. — Т. 42. — № 3 — С. 90–97.
15. *Родионова, Н.С.* Влияние термической обработки на биологическую ценность белков муки зародышей пшеницы / Н.С. Родионова, О.А. Соколова. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.science-education.ru/pdf/2015/4/199.pdf>. — Дата доступа: 01.03.2018.
16. *Степуро, М.В.* Сравнительная оценка биологической ценности белков растительного сырья / М.В. Степуро, Е.Н. Хапрора // Известия вузов. Пищевая технология. — 2010. — № 4. — С. 34–35.

References

1. Skurihin I.M. Tablitsyi himicheskogo sostava i kaloriynosti rossiyskikh produktov pitaniya: Spravochnik [Tables of the chemical composition and caloric content of Russian food products] / pod obsch. nauch. red. I.M. Skurihin, V.A. Tutelyan. — М : DeLi print, 2007. — 276 s.
2. Borisov V.A. Otsenka sortov i gibridov morkovi na prigodnost dlya proizvodstva byistrozamorozhennoy produktsii [Evaluation of varieties and hybrids of carrots on the suitability of fast-frozen products] / V.A. Borisov, A.V. Romanova, E.V. Yanchenko // Vestnik MАН. — 2016. — S. 10–14.
3. Himicheskiiy sostav pischevyyih produktov: Spravochnyye tablitsyi sodержaniya aminokislot, zhirnyih kislot, vitaminov, makro- i mikroelementov, organicheskikh kislot i uglevodov/pod. red. prof., d-ra tehn. nauk I.M. Skurihina i prof., d-ra med. nauk M.N. Volgareva / 2-e izd., pererab. i dop. — М. : Agropromizdat, 1978. — 360 s.
4. Gaurilchikayte V.V. Obosnovanie sroka hraneniya zamorozhennogo formovannogo polufabrikata iz rastitelnogo syrya [Justification of the expiration date of the frozen formed semi-finished product from vegetable raw materials] / V.V. Gaurilchikayte, O.N. Anohina // Nauchnyiy zhurnal «Izvestiya KGTU». — 2017. — №46. — S. 72–80.
5. GOST 28561-90 Produktyi pererabotki plodov i ovoschey. Metodyi opredeleniya suhikh veschestv ili vlagi [Fruit and vegetable products. Methods for determination of total solids or moisture]. Vved. 1991-06-30. — М. Standartinform, 2011. — 11 s.
6. GOST 8756.21-89 Produktyi pererabotki plodov i ovoschey. Metodyi opredeleniya zhira [Fruit and vegetable products. Methods for determination of fat content]. Vved. 1991-06-30. — М. : Standartinform, 2010. — 9 s.
7. GOST 13496.2-91 Korma, kombikorma, kombikormovoe syire. Metod opredeleniya syiroy kletchatki [Fodder mixed fodder and mixed fodder raw material. Method for determination of raw cellular tissue]. Vved. 1992-07-01. — М.: ИПК Izdatelstvo standartov, 2002. — 6 s.
8. MVI. MN 3239-2009 Opredelenie «beta»-karotina v spetsializirovannyih produktah pitaniya. Metodika vyipolneniya izmereniy [The definition of «beta»-carotene in specialized foods. Measurement procedure]. — Respublikanskoe unitarnoe predpriyatie «Nauchno-prakticheskiiy tsentr gigiyeni». — 18 s.
9. СТБ EN 14122-2012 Produktyi pischevyye. Opredelenie vitamina V1 metodom vyisokoeffektivnoy zhidkostnoy hromatografii (VEZhH). [Foodstuffs. Determination of vitamin B by HPLC]. — М. : BelGISS, 2013. — 20 s.

10. GOST R EN 14130-2010 Produktyi pischevyie. Opredelenie vitamina S s pomoschy vyisokoeffektivnoy zhidkostnoy hromatografii. [Foodstuffs. Determination of vitamin C by HPLC]. Vved. 2012-01-01. — M. : Standartinform, 2012. — 16 s.
11. Chizhikova O.I. Polufabrikat povyishennoy biologicheskoy tsennosti [Semi-finished high biological value] / O.I. Chizhikova [i dr.] // Nauka, tehnika, proizvodstvo. — 2007. № 7. — S. 51–52.
12. Sanina T.A. Retsepturyi kompozitnyih smesey dlya hlebobulochnyih izdeliy [Formulations of composite mixtures for bakery products] / T.A. Sanina [i dr.] // Nauka, tehnika, proizvodstvo. — 2006. — № 2. — S. 66–68.
13. Schekoldina T.V. Sovershenstvovanie tehnologii hlebobulochnyih izdeliy povyishennoy biologicheskoy tsennosti s ispolzovaniem belkovogo izolyata podsolnechnogo shrota [Improving the technology of bakery products increased biological value protein isolate using sunflower meal]: dis. ... kand. tehn. nauk. — Krasnodar, 2010. — 169 s.
14. Schekoldina T.V. Izuchenie biologicheskoy tsennosti semyan kvinoa (chenopodium quinoa willd.) dlya sozdaniya spetsializirovannyih produktov pitaniya [The study of biological value of quinoa seeds (chenopodium quinoa) to create specialized food products] / T.V. Schekoldina, E.A. Chernihovets, A.G. Hristenko // Tehnika i tehnologiya pischevyih proizvodstv. — 2016. — T. 42. — № 3 — S. 90–97.
15. Rodionova N.S. Vliyanie termicheskoy obrabotki na biologicheskuyu tsennost belkov muki zarodyishey pshenitsyi [The effect of heat treatment on the biological value of the proteins of flour wheat germ] / N.S. Rodionova, O.A. Sokolova. [Elektronnyiy resurs]. — Rezhim dostupa: <https://www.science-education.ru/pdf/2015/4/199.pdf>. — Data dostupa: 01.03.2018.
16. Stepuro M.V. Sravnitel'naya otsenka biologicheskoy tsennosti belkov rastitel'nogo syirya [Comparative evaluation of biological value of vegetable raw material's proteins] / M.V. Stepuro, E.N. Naprova // Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya. — 2010. — № 4. — S. 34–35.

Информация об авторах

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

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

E-mail: yulia1484@mail.ru

Садовская Анна Викторовна — старший научный сотрудник отдела технологий продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: Sadoyskaya@gmail.ru

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

Information about authors

Petyushev Nikolai Nikolaevich — Ph.D. (Technical), the head of the department of the technology of tuberous root 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: petushev@belproduct.com

Usenya Yulia Sergeevna — Ph.D. (Technical), deputy head of the department of the technology of tuberous root products, senior researcher at RUE “Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29 Kozlova street, Minsk 220037, Republic of Belarus). E-mail: yulia1484@mail.ru

Sadoyskaya Anna Viktorovna — Ph.D. (Technical), senior researcher of the department of the technology of tuberous root 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: Sadoyskaya@gmail.ru

Evtushevskaya Liudmila Vladimirovna — researcher of the department of the technology of tuberous root 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: olishenia@mail.ru

УДК 543.92-035.8:678.048

Поступила в редакцию 26.04.2018
Received 26.04.2018**С.А. Ленерт, Л.П. Малюк, А.А. Дубинина, О.А. Хоменко, А.Е. Радченко***Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков, Украина***ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НОВЫХ КУПАЖИРОВАННЫХ МАСЕЛ С ЭКСТРАКТАМИ ПРИРОДНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ**

Аннотация. Основным растительным маслом, потребляемым в Украине, является подсолнечное масло и продукты его переработки, которые не имеют сбалансированного жирнокислотного состава. По современным критериям оптимальный состав жирных кислот определяется не только содержанием полиненасыщенных жирных кислот, но и соотношением ω -3: ω -6 кислот, в первую очередь, α -линоленовой и линолевой, которые являются предшественниками в синтезе целого ряда регуляторных соединений в организме человека и, соответственно, функциональными ингредиентами масложировых продуктов здорового питания [1]. В наше время в рационе рядового жителя Украины соотношение ПНЖК ω -6 и ω -3 составляет 33,1: 1,4 или 23,6: 1. То есть имеет место значительное превышение допустимого уровня ω -6 ПНЖК более чем в 4 раза [2]. Различные авторы рекомендуют соотношение в пределах 4: 1 — 18: 1 [3, 4, 5, 6], однако следует стремиться к увеличению доли омега-3 жирных кислот в пищевом рационе. Сбалансировать содержание жирных кислот возможно только смешиванием масла с учетом их состава. Создание таких купажей сегодня является актуальным.

Ключевые слова: купажируемые масла, сенсорный профиль, арахисово-льняное масло, жирные кислоты

S.A. Lehnert, L.P. Malyuk, A.A. Dubinina, O.A. Khomenko, A.E. Radchenko*Kharkov state university of food technology and trade, Kharkov, Ukraine***ORGANOLEPTIC ANALYSIS OF NEW BLENDED OILS WITH NATURAL ANTIOXIDANT EXTRACTS**

Abstract: The main vegetable oil consumed in Ukraine is sunflower oil and its processed products, which do not have a balanced fatty acid composition. According to modern criteria, the optimal composition of fatty acids is determined not only by the content of polyunsaturated fatty acids, but also by the ratio ω -3: ω -6 acids, primarily α -linolenic and linoleic, which are precursors in the synthesis of a number of regulatory compounds in the human body and, respectively, functional ingredients of fat-and-oil products of healthy nutrition [1]. In our time, the ratio of PUFA ω -6 ω -3 in the ration of an ordinary resident of Ukraine is 33.1: 1.4 or 23.6: 1. So there is a significant excess of the admissible level of ω -6 PUFA by more than 4 times [2]. Various authors recommend a ratio between 4: 1 — 18: 1 [3, 4, 5, 6], but one should strive to increase the proportion of omega-3 fatty acids in the diet. Balancing the content of fatty acids is possible only by mixing the oil, taking into account their composition. The creation of such blends today is topical.

Keywords: blended oil, sensory profile, peanut-flaxseed oil, fatty acids

Введение. В последние годы учеными все больше внимания уделяется такой культуре как арахис и продуктам его переработки. Прежде всего это арахисовое масло. Арахисовое нерафинированное масло получают экстракционным способом, холодным прессованием мякоти плодов арахиса или ферментированной арахисовой муки. Оно имеет цвет от светло-желтого до красно-коричневого, насыщенный сладковатый аромат, ярко выраженный ореховый вкус и является достаточно популярным и традиционным ингредиентом в экзотических блюдах индийской, японской, китайской, корейской и тайской кухни [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. Во время прессования выход масла можно увеличить за счет обработки сырья ультрафиолетовыми лучами [14].

Арахисовое рафинированное масло, обладающее, в отличие от нерафинированного, светло-желтым цветом, менее выраженным вкусом и ароматом, пользуется наибольшим успехом в американской и европейской кулинарии [15, 16]. Достаточно часто его используют вегетарианцы благодаря богатому химическому составу и высокой энергетической ценности. Лучше арахисовое масло использовать для заправки салатов, горячих овощных блюд, мясных соусов, блинов с фруктовой начинкой. Приготовленный на нем фритюр не дымит и позволяет в два раза уменьшить объем масла.

Арахисовое масло также купажируют с различными растительными маслами, добавляют концентраты лекарственных трав (корни красного шалфея, дягиля, люфы и т.д.) и обогащают витаминами и минералами, повышая при этом его биологическую ценность и окислительную стабильность [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24].

Арахисовое масло имеет ряд полезных свойств и широко применяется в косметологии, медицине и пищевой промышленности.

Популярность арахисового масла в Украине пока не так высока, как в США и странах Европы, так как его свойства и способы применения на сегодня малоизвестны украинцам. Низкий уровень потребления арахисового масла обусловлен также узким ассортиментом, представленным на отечественном потребительском рынке.

Таким образом, актуальным является расширение ассортимента арахисовых масел отвечающих следующим условиям:

- ♦ высокие органолептические показатели;
- ♦ высокая пищевая и биологическая ценность;
- ♦ натуральность;
- ♦ длительный срок хранения со стабильным качеством;
- ♦ безопасность и экологичность;
- ♦ удобство в использовании (оптимальная упаковка и объем)
- ♦ приемлемая цена для широкого круга потребителей.

В Харьковском государственном университете питания и торговли разработано 4 вида масел на основе арахиса, которые соответствуют перечисленным требованиям. Технология разработанных масел состоит из следующих этапов: интенция, очистка от скорлупы, измельчение, кондиционирование по содержанию влаги, прессование, фильтрация, упаковка, маркировка, хранение [25].

С помощью математического моделирования было установлено, что для создания купажированных масел с оптимизированным жирнокислотным составом необходимо такое соотношение масел, мас. %: арахисовое — 86, льняное — 14.

В этом купаже содержание ненасыщенных жирных кислот составляет, %: олеиновая — 46,8; пальмитоолеиновая — 0,17; эруковая — 0,04; линолевая — 37,22; линоленовая — 7,65. Общее содержание ненасыщенных жирных кислот в купажированных маслах — 90,82 %, из них полиненасыщенных — 44,81 %, при этом соотношение $\omega-6$ к $\omega-3$ = 4,8 : 1, а соотношение МНЖК: ПНЖК = 1 : 1, что соответствует требованиям рекомендованного соотношения $\omega-6$ к $\omega-3$ ПНЖК для лечебно-профилактического питания.

Для окислительной стабилизации разработанного купажа добавляли масляные экстракты листьев шалфея, или черной смородины, или чеснока, или шиповника в количестве 5 % к массе купажа. Это позволяет повысить окислительную стабильность масел в 1,2–1,7 раз [26–30].

Целью нашей работы было определить органолептические характеристики новых купажированных масел.

В качестве материалов исследований нами были выбраны купажированные масла с экстрактами листьев шалфея, или черной смородины, или чеснока, или плодов шиповника. Для определения органолептических характеристик использовали профильный метод [31].

Результаты исследования. Купажированные масла оценивались экспертами-дегустаторами по внешнему виду, цвету, вкусу и запаху.

Полученные результаты дегустации приведены в виде профилограм на рис. 1.

По внешнему виду все образцы масел — это прозрачные, однородные, жидкие продукты, имеющие самую высокую интенсивность этих дескрипторов. Дескриптор «блеск» масел с экстрактами чеснока и шалфея был сильной интенсивности, в отличие от других, у которых этот показатель был очень сильной интенсивности. Все образцы не имели осадка, опалесценции и посторонних включений.

Цвет масла с экстрактом шиповника насыщенный с дескриптором «светло-желтый» умеренной интенсивности и дескриптором «светло-оранжевый» сильной интенсивности. Масло с экстрактом чеснока имело несколько меньшую насыщенность по сравнению с другими. Основная окраска этого масла — светло-желтая (сильной интенсивности) и едва присутствует светло-зеленый оттенок. Цвет масла с экстрактом шалфея имел дескриптор «светло-зеленый» сильной интенсивности с дескриптором «светло-желтый» умеренной интенсивности, а масло с экстрактом листьев черной смородины характеризовалась дескрипторами «светло-зеленый» умеренной интенсивности и «светло-желтый» со слабой интенсивностью. Цвет всех образцов был без грязных тонов.

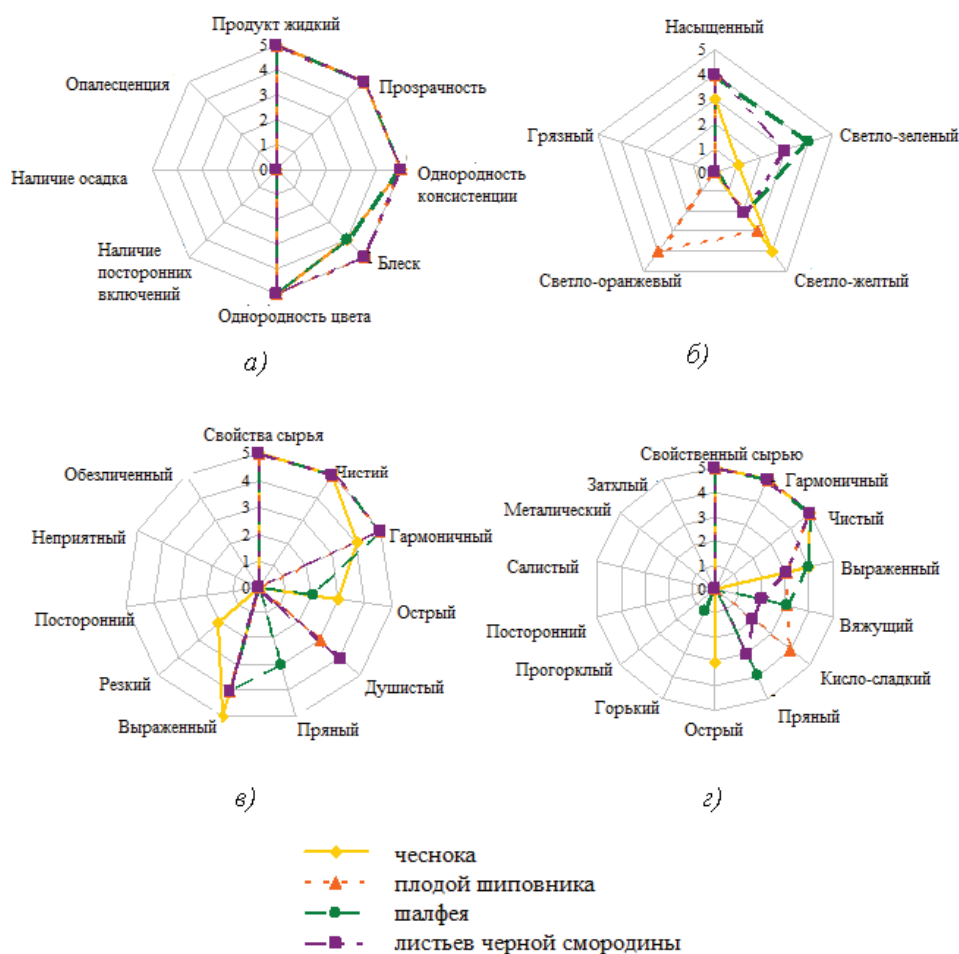


Рис. 1. Сенсорный профиль внешнего вида (а), цвета (б), запаха (в) и вкуса (г) купажированных арахисово-льняных масел с экстрактами
 Fig. 1. Sensory profile of appearance (a), color (b), odor (c) and taste (g) of blended peanut-flax oils with different extracts

Все четыре образца имели очень сильную интенсивность дескрипторов запаха «свойственный сырью» и «чистый». Также высокую интенсивность дескриптора «гармоничный» имели все образцы, кроме масла с экстрактом чеснока, который имел очень сильно выраженный аромат, ведь благодаря его специфичности он не всем нравится. Также этому образцу присущи дескрипторы «острый» умеренной интенсивности и слабо ощутимый «резкий». В образце масла с экстрактом шалфея обнаружен пряный аромат умеренной интенсивности и острый — слабой. Маслам с экстрактом плодов шиповника присущ душистый аромат умеренной интенсивности, а в масле с экстрактом листьев черной смородины этот дескриптор имел сильную интенсивность. Негативные оценки по запаху отсутствуют.

Дескрипторы вкуса «свойственный сырью», «гармоничный» и «чистый» имели наивысшую интенсивность во всех образцах масел. Сильно выраженный вкус присущ маслам с экстрактами чеснока и шалфея, в других образцах этот показатель умеренной интенсивности. Также масло с экстрактом чеснока имело острый вкус умеренной интенсивности. Масло с экстрактом плодов шиповника имеет хорошо выраженный кисло-сладкий и умеренный вяжущий вкус. Масло с экстрактом шалфея в своем вкусе имело едва заметную горчинку, сильно пряный и умеренный вяжущий вкус. Масло с экстрактом листьев черной смородины имело кисло-сладкий дескриптор слабой интенсивности с умеренным пряным и слабым вяжущим. По мнению экспертов, такие негативные дескрипторы, как «прогорклый», «посторонний», «салистый», «металлический» и «затхлый» отсутствовали.

Установленные в результате профильного метода характеристики органолептических показателей качества исследовательских масел приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Органолептические показатели купажированных масел
 Table 1. Organoleptic parameters of blended oils

Показатель	Арахисово-льняное масло с экстрактом			
	чеснока	плодов шиповника	листья шалфея	листья черной смородины
Внешний вид	Прозрачная однородная жидкость с блеском, без осадка и посторонних включений			
Вкус и запах	Чистый, гармоничный, с выраженным острым и резким, характерным компонентам смеси, вкусом и запахом, без постороннего запаха, привкуса и горечи	Чистый, гармоничный, с выраженным душистым ароматом и кисло-сладким вяжущим вкусом, присущим компонентам смеси, без постороннего запаха, привкуса и горечи	Чистый, гармоничный, с выраженным пряным, слегка вяжущим вкусом, присущим компонентам смеси, без постороннего запаха, с едва ощутимым привкусом горечи	Чистый, гармоничный, с достаточно выраженным душистым ароматом и кисло-сладким, пряным и слегка вяжущим вкусом, присущим компонентам смеси, без постороннего запаха, привкуса и горечи
Цвет	Светло-желтый с зеленоватым оттенком	Светло-оранжевый с желтым оттенком	Светло-зеленый с желтоватым оттенком	Светло-зеленый с желтоватым оттенком

Дегустация проводилась открытым способом по пятибалльной шкале. Результаты дегустационной оценки новых продуктов представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Результаты экспертной оценки арахисово-льняных масел с экстрактами
 Table 2. The results of expert evaluation of peanut-flax oils with extracts

Показатель	Коэффициент весомости	Средний балл			
		Наименование экстрактов			
		Из плодов шиповника	Из чеснока	Из листьев шалфея	Из листьев черной смородины
Внешний вид	0,2	4,9	4,9	4,9	5,0
Вкус и запах	0,5	4,8	4,4	4,6	5,0
Цвет	0,3	5,0	4,9	4,9	5,0
Общий балл		4,9	4,7	4,8	5,0

Анализ таблицы свидетельствует о том, что все купажи имеют высокую оценку. Максимальную. Оценку получил купаж с экстрактом из листьев черной смородины.

Выводы. Таким образом, разработанные купажированные масла представляют собой пищевые продукты повышенной биологической ценности, которые имеют сбалансированный состав полиненасыщенных жирных кислот и являются стабильными к окислительной порче, имеют более длительный срок хранения, чем масло без экстрактов, который составляет 12 мес. в бутылках из темного стекла в затемненном помещении при температуре не выше 25 °С и относительной влажности воздуха не выше 85 %.

Разработанные купажи можно рекомендовать для людей с повышенным уровнем холестерина в крови для предотвращения развития атеросклероза, заболеваний желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистых и кожных заболеваний. Также потребление купажированных масел позволит решить проблемы профилактики дефицита ПНЖК ω -3 группы, а также избыточного веса и преждевременного старения.

Использование указанных масляных экстрактов в составе арахисово-льняного купажа позволяет расширить ассортиментный перечень масел с высокими потребностями свойствами.

Список использованных источников

1. Субботина, М.А. Физиологические аспекты использования жиров в питании / М.А. Субботина // Техника и технология пищевых производств. — 2009. — № 4. — С. 54–57.
2. Левицкий, А.П. Идеальная формула жирового питания / А.П. Левицкий. — Одесса, 2002. — 62 с.

3. *Макарчук, Т.Л.* Проблемы качества и безопасности новых масложировых продуктов / Т.Л. Макарчук, А.Е. Подрушняк, А.В. Коваль // Проблемы харчування. — 2004. — № 1. — С. 44–46.
4. *Смоляр, В.І.* Концепція ідеального жирового харчування / В.І. Смоляр // Проблемы харчування. — 2006. — № 4. — С. 5–13.
5. *Мустафина, О.К.* Экспериментальное обоснование соотношения полиненасыщенных жирных кислот семейств омега-6 и омега-3 в рационе: автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / О. К. Мустафина; НИИ питания РАМН. — М., 1998. — 23 с.
6. *Иванкин, А.Н.* Жиры в составе современных мясных продуктов / А.Н. Иванкин // Мясная индустрия. — 2007. — № 6. — С. 8–13.
7. Pat. 103509646 (A) China, МПК А23D9/02, С11В1/06. / Zhang Wenwei, Mao Hui ; Danyang Zhengda Oil Co LTD. — № 20131494745 20131020 ; appl. 20.01.2013 ; publ. 15.01.2014. — 4 p.
8. Pat. 103320213 (A) China, МПК А23D9/02, С11В1/00, С11В1/04, С11В3/00. Preparation method of cold-pressed peanut oil / Liu Li Na, Xu Tongcheng, Du Fangling [et al.] ; patent owner Inst agro food shandong AAS. — № 2013126579720130628 ; appl. 28.06.2013 ; publ. 25.09.2013. — 2 p.
9. Pat. 103284116 (A) China, МПК А23L1/226. Method for producing peanut oil flavor substance by carrying out enzymolysis on cold pressed peanut meal / Xu Tongcheng, Ma Zhiliang, Liu Li Na [et al.] ; patent owner Inst agro food shandong AAS. — № 2013126318720130628 ; appl. 28.06.2013 ; publ. 16.07.2014. — 3 p.
10. Pat. 103275805 (A) China, МПК А23D9/02, А23K1/14, С11В1/00, С11В1/04. Preparation method for refining peanut oil from peanuts / Sha Xue ; patent owner Sha Xue. — № 2013117102720130510 ; appl. 10.05.2013 ; publ. 04.09.2013. — 2 p.
11. Pat. 102732378 (A) China, МПК А23D9/04, С11В3/00, С11В3/06, С11В3/16. Low temperature refining method for pressed peanut oil / Zhihe Lan, Zhanhong Zhang, Yaogang Liu ; patent owner Grease branch of jizhong energy xingtai mining industry group Co LTD. — № 20121165338 20120518 ; appl. 18.05.2012 ; publ. 17.10.2012. — 2 p.
12. Pat. 101993775 (A) China, МПК А23D9/02, С11В1/04, С11В1/10. Method for preparing oil by using whole peanut kernels / Jianxiong Feng, Guangxian Liu, Hui Wang [et al.] ; patent owner Jiangxi province academy of agricultural sciences. — № 20101568515 20101201 ; appl. 01.12.2010 ; publ. 21.11.2012. — 2 p.
13. Pat. 2009181125 (A1) US, МПК А23D9/007, А23D9/02, А23L1/36, С11В1/04, С11В1/06, С11В1/10. Peanut Oil Production / Zhou Zhiwei, Huang Hong Zhi ; patent owner Novozymes As. — № 20060913421 20060607 ; appl. 08.06.2005 ; publ. 16.07.2009. — 3 p.
14. Pat. 103509643 (A) China, МПК А23D9/02, А23K1/14, С11В1/00, С11В1/04. Fragrant peanut oil and preparation method thereof / Zhao Guangbin Shandong yuhuang oils & foodstuffs Co LTD. — № 20131431593 20130922 ; appl. 22.09.2013 ; publ. 15.01.2014. — 3 p.
15. Pat. 103651969 (A) China, МПК А23D9/02, С11В1/04, С11В1/06, С11В3/00. Peanut oil / Du Guoxia ; patent owner Du Guoxia. — № 2013166368520131210 ; appl. 10.12.2013 ; publ. 26.03.2014. — 3 p.
16. Pat. 103343045 (A) China, МПК А23D9/04, С11В1/00. Peanut oil production method capable of avoiding fragrance loss / Wu Liangxin ; patent owner Henan yi abundant oil Co LTD. — № 20131279671 20130705 ; appl. 05.07.2013 ; publ. 09.10.2013. — 3 p.
17. Pat. 103478299 (A) China, МПК А23D9/04, С11В1/00, С11В1/02, С11В1/06, С11В3/00. Healthcare peanut oil with calcium supplementing function / Guan Tianqiu ; patent owner Guan Tianqiu. — № 20131461543 20130930 ; appl. 30.09.2013 ; publ. 17.09.2014. — 2 p.
18. Pat. 103468394 (A) China, МПК А23D9/04, С11В1/00, С11В1/02, С11В1/06, С11В3/00. Preparation method of creamy health-care peanut oil / Xu Shangsong ; patent owner Dingyuan county jinheng oil plant chuzhou jinheng grease industry Co LTD. — № 2013140862020130910 ; appl. 10.09.2013 ; publ. 25.12.2013. — 4 p.
19. Pat. 103238676 (A) China, МПК А23D9/04. Cold pressed flax, peanut and rapeseed edible blend oil / Liu Hongju ; patent owner Liu Hongju. — № 20131167991 20130422 ; appl. 22.04.2013 ; publ. 14.08.2013. — 2 p.
20. Pat. 20130055351 (A) China, МПК А23D9/00, А23D9/02. Peanut mixed oil with oxidation stabilization / Park Bock Hee, Cho Hee Sook, Kim Sun Hee; Jares shinan ; patent owner Mokpo nat univ ind acad coop. — № 20110121051 20111118 ; appl. 18.11.2011 ; publ. 31.12.2013. — 3 p.
21. Pat. 103125617 (A) China, МПК А23D9/04. Peanut-sesame blend oil / Ma Jun, Chen Kechang, Li Anzhu, Wu Feng, Li Chuanyong ; patent owner Shandong guangda riyue oil Co LTD. — № 2011138123520111126 ; appl. 26.11.2011 ; publ. 05.06.2013. — 2 p.

22. Pat. 102960474 (A) China, MPK A23D9/04. Preparation method of olive peanut blend oil / Yu Hanxin, Yu Qiang, Kong Decheng, Wang Qing, Song Furong ; patent owner Qingdao tianxiang foods group Co LTD. — № 20121520089 20121207 ; appl. 07.12.2012 ; publ. 13.03.2013. — 4 p.
23. Pat. 102643713 (A) China, MPK A23D9/02, C11B1/04, C11B1/06, C11B3/00. Biological selenium-rich aromatic peanut oil and production method thereof / Guanyong Gao, Ning Chen ; patent owner Shandong jinsheng grain oil group Co LTD. — № 20121111804 20120417 ; appl. 17.04.2012 ; publ. 10.07.2013. — 3 p.
24. Pat. 6214405 (B1) US, MPK A23D9/00, A23D9/00. High stability peanut oil / Horn Michael Eugene, Eikenberry Eric Jon, Romero Lanuza Juan Enrique, Sutton James Douglas ; patent owner Agrigenetics inc, Hershey foods corp. — № 19960733417 19961018 ; appl. 23.12.1994 ; publ. 10.04.2001. — 2 p.
25. Техника и технологии производства и переработки растительных масел / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.В. Романцова, В.П. Таров. — Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. — 96 с.
26. Изучение ингибирующего действия добавок масла шиповника в растительные масла / Н.Н. Цехина, Н.Г. Хасьянова, Н.А. Пирогова [и др.] / Сб. науч. тр. МПА. — 2008. — Вып. VI/2. — М. : ГИОРД. — С. 180–185.
27. Цехина, Н.Н. Изучение биологической активности и антиокислительных свойств калины и продуктов ее переработки [Study of the biological activity and antioxidant properties of viburnum and its products] / Н.Н. Цехина, Н.Г. Хасьянова, С.В. Орехова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2009. — № 2. — С. 90–92.
28. Изучение окислительной стабильности облепихового масла / Н.Н. Цехина, Н.Г. Хасьянова, Н.А. Пирогова, С.В. Пучков // Техника и технология пищевых производств. — 2010. — Т. 16. — С. 55–57.
29. *Máriássyová, M.* Antioxidant activity of some herbal extracts in rapeseed and sunflower oils / M. Máriássyová // Journal of Food and Nutrition Research. — 2006. — No. 3. — Vol. 45. — P. 104–109.
30. Токаев, Э.С. Сравнительная характеристика антиоксидантной активности растительных экстрактов / Э.С. Токаев, Г.Г. Манукьян // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2009. — № 9. — С. 36–39.
31. Способы производства орехов с различными вкусами [Электронный ресурс] / Т.Ф. Роеенко. — Режим доступа : foodinnovation.ru/articles/8532.html.

References

1. Subbotina M.A. Fiziologicheskie aspektyi ispolzovaniya zhirov v pitanii [Physiological aspects of the use of fats in nutrition] / M.A. Subbotina // Tehnika i tehnologiya pischevyih proizvodstv [Technology of food production], 2009, no. 4, pp. 54–57.
2. Levitskiy A.P. Idealnaya formula zhirovogo pitaniya [The ideal formula for fatty food] / A.P. Levitskiy. — Odessa, 2002. — 62 p.
3. Makarchuk T.L. Problemyi kachestva i bezopasnosti novyih maslozhirovyih produktov [Problems of quality and safety of new fat-and-oil products] / T.L. Makarchuk, A.E. Podrushnyak, A.V. Koval // Problemi harchuvannya [Problems of nutrition], 2004, no. 1, pp. 44–46.
4. Smolyar V.I. Kontseptsliya Idealnogo zhirovogo harchuvannya [The concept of ideal fatty foods] / V.I. Smolyar // Problemi harchuvannya [Problems of nutrition], 2006, no. 4, pp. 5–13.
5. Mustafina O.K. Eksperimentalnoe obosnovanie sootnosheniya polinenasyischennyih zhirnyih kislot semeystv omega-6 i omega-3 v ratsione [The experimental substantiation of the ratio of polyunsaturated fatty acids of the families of omega-6 and omega-3 in the diet] : avtoref. dis. ... kand.med. nauk : 14.00.07 / O.K. Mustafina; NII pitaniya RAMN. — M., 1998. — 23 p.
6. Ivankin A.N. Zhiryi v sostave sovremennyih myasnyih produktov [Fats in the composition of modern meat products] / A. N. Ivankin // Myasnaya industriya [Meat industry], 2007, no. 6, pp. 8–13.
7. Pat. 103509646 (A) China, MPK A23D9/02, C11B1/06. Extraction manufacturing technology of peanut oil / Zhang Wenwei, Mao Hui ; Danyang Zhengda Oil Co LTD. — № 20131494745 20131020 ; appl. 20.01.2013 ; publ. 15.01.2014. — 4 p.

8. Pat. 103320213 (A) China, MPK A23D9/02, C11B1/00, C11B1/04, C11B3/00. Preparation method of cold-pressed peanut oil / Liu Li Na, Xu Tongcheng, Du Fangling [et al.] ; patent owner Inst agro food shandong AAS. — № 2013126579720130628 ; appl. 28.06.2013 ; publ. 25.09.2013. — 2 p.
9. Pat. 103284116 (A) China, MPK A23L1/226. Method for producing peanut oil flavor substance by carrying out enzymolysis on cold pressed peanut meal / Xu Tongcheng, Ma Zhiliang, Liu Li Na [et al.] ; patent owner Inst agro food shandong AAS. — № 2013126318720130628 ; appl. 28.06.2013 ; publ. 16.07.2014. — 3 p.
10. Pat. 103275805 (A) China, MPK A23D9/02, A23K1/14, C11B1/00, C11B1/04. Preparation method for refining peanut oil from peanuts / Sha Xue ; patent owner Sha Xue. — № 2013117102720130510 ; appl. 10.05.2013 ; publ. 04.09.2013. — 2 p.
11. Pat. 102732378 (A) China, MPK A23D9/04, C11B3/00, C11B3/06, C11B3/16. Low temperature refining method for pressed peanut oil / Zhihe Lan, Zhanhong Zhang, Yaogang Liu ; patent owner Grease branch of jizhong energy xingtai mining industry group Co LTD. — № 20121165338 20120518 ; appl. 18.05.2012 ; publ. 17.10.2012. — 2 p.
12. Pat. 101993775 (A) China, MPK A23D9/02, C11B1/04, C11B1/10. Method for preparing oil by using whole peanut kernels / Jianxiong Feng, Guangxian Liu, Hui Wang [et al.] ; patent owner Jiangxi province academy of agricultural sciences. — № 20101568515 20101201 ; appl. 01.12.2010 ; publ. 21.11.2012. — 2 p.
13. Pat. 2009181125 (A1) US, MPK A23D9/007, A23D9/02, A23L1/36, C11B1/04, C11B1/06, C11B1/10. Peanut Oil Production / Zhou Zhiwei, Huang Hong Zhi ; patent owner Novozymes As. — № 20060913421 20060607 ; appl. 08.06.2005 ; publ. 16.07.2009. — 3 p.
14. Pat. 103509643 (A) China, MPK A23D9/02, A23K1/14, C11B1/00, C11B1/04. Fragrant peanut oil and preparation method thereof / Zhao Guangbin Shandong yuhuang oils & foodstuffs Co LTD. — № 20131431593 20130922 ; appl. 22.09.2013 ; publ. 15.01.2014. — 3 p.
15. Pat. 103651969 (A) China, MPK A23D9/02, C11B1/04, C11B1/06, C11B3/00. Peanut oil / Du Guoxia ; patent owner Du Guoxia. — № 2013166368520131210 ; appl. 10.12.2013 ; publ. 26.03.2014. — 3 p.
16. Pat. 103343045 (A) China, MPK A23D9/04, C11B1/00. Peanut oil production method capable of avoiding fragrance loss / Wu Liangxin ; patent owner Henan yi abundant oil Co LTD. — № 20131279671 20130705 ; appl. 05.07.2013 ; publ. 09.10.2013. — 3 p.
17. Pat. 103478299 (A) China, MPK A23D9/04, C11B1/00, C11B1/02, C11B1/06, C11B3/00. Healthcare peanut oil with calcium supplementing function / Guan Tianqiu ; patent owner Guan Tianqiu. — № 20131461543 20130930 ; appl. 30.09.2013 ; publ. 17.09.2014. — 2 p.
18. Pat. 103468394 (A) China, MPK A23D9/04, C11B1/00, C11B1/02, C11B1/06, C11B3/00. Preparation method of creamy health-care peanut oil / Xu Shangsong ; patent owner Dingyuan county jinheng oil plant chuzhou jinheng grease industry Co LTD. — № 2013140862020130910 ; appl. 10.09.2013 ; publ. 25.12.2013. — 4 p.
19. Pat. 103238676 (A) China, MPK A23D9/04. Cold pressed flax, peanut and rapeseed edible blend oil / Liu Hongju ; patent owner Liu Hongju. — № 20131167991 20130422 ; appl. 22.04.2013 ; publ. 14.08.2013. — 2 p.
20. Pat. 20130055351 (A) China, MPK A23D9/00, A23D9/02. Peanut mixed oil with oxidation stabilization / Park Bock Hee, Cho Hee Sook, Kim Sun Hee; Jares shinan ; patent owner Mokpo nat univ ind acad coop. — № 20110121051 20111118 ; appl. 18.11.2011 ; publ. 31.12.2013. — 3 p.
21. Pat. 103125617 (A) China, MPK A23D9/04. Peanut-sesame blend oil / Ma Jun, Chen Kechang, Li Anzhu, Wu Feng, Li Chuanyong ; patent owner Shandong guangda riye oil Co LTD. — № 2011138123520111126 ; appl. 26.11.2011 ; publ. 05.06.2013. — 2 p.
22. Pat. 102960474 (A) China, MPK A23D9/04. Preparation method of olive peanut blend oil / Yu Hanxin, Yu Qiang, Kong Decheng, Wang Qing, Song Furong ; patent owner Qingdao tianxiang foods group Co LTD. — № 20121520089 20121207 ; appl. 07.12.2012 ; publ. 13.03.2013. — 4 p.
23. Pat. 102643713 (A) China, MPK A23D9/02, C11B1/04, C11B1/06, C11B3/00. Biological selenium-rich aromatic peanut oil and production method thereof / Guanyong Gao, Ning Chen ; patent owner Shandong jinsheng grain oil group Co LTD. — № 20121111804 20120417 ; appl. 17.04.2012 ; publ. 10.07.2013. — 3 p.
24. Pat. 6214405 (B1) US, MPK A23D9/00, A23D9/00. High stability peanut oil / Horn Michael Eugene, Eikenberry Eric Jon, Romero Lanuza Juan Enrique, Sutton James Douglas ; patent owner Agrigenetics inc, Hershey foods corp. — № 19960733417 19961018 ; appl. 23.12.1994 ; publ. 10.04.2001. — 2 p.

25. Tehnika i tehnologii proizvodstva i pererabotki rastitelnykh masel [The technology of production and processing of vegetable oils] / S.A. Nagornov, D.S. Dvoretzkiy, S.V. Romantsova, V.P. Tarov. — Tambov : Izd-vo GOU VPO TGTU, 2010. — 96 p.
26. Izuchenie ingibiruyushchego deystviya dobavok masla shipovnika v rastitelnyie masla [The study of the inhibitory effect of rose hip oil additives in vegetable oils] / N.N. Tsehina, N.G. Hasyanova, N.A. Pirogova [i dr.] / Sb. nauch. tr. MPA, 2008, No. VI/2. — M. : GIORD. — pp. 180–185.
27. Tsehina N.N. Izuchenie biologicheskoy aktivnosti i antiokislitelnykh svoystv kaliny i produktov ee pererabotki [Study of the biological activity and antioxidant properties of viburnum and its products] / N.N. Tsehina, N.G. Hasyanova, S.V. Orehova // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Bulletin of the Kuzbass State Technical University], 2009, No. 2, pp. 90–92.
28. Izuchenie oksidativnoy stabilnosti oblepikhovogo masla [The study of the oxidative stability of sea buckthorn oil] / N.N. Tsehina, N.G. Hasyanova, N.A. Pirogova, S.V. Puchkov // Tehnika i tekhnologiya pishchevyykh proizvodstv [Technology of food production], 2010, T. 16, pp. 55–57.
29. Máriássyová M. Antioxidant activity of some herbal extracts in rapeseed and sunflower oils / M. Máriássyová // Journal of Food and Nutrition Research. — 2006. — no. 3. — Vol. 45. — pp. 104–109.
30. Tokaev E.S. Sravnitel'naya harakteristika antioksidantnoy aktivnosti rastitelnykh ekstraktov [Comparative characteristics of antioxidant activity of plant extracts] / E.S. Tokaev, G.G. Manukyan // Hranenie i pererabotka sel'hozsyriya [Storage and processing of agricultural raw materials], 2009, no. 9, pp. 36–39.
31. Roenko T.F. Sposobyi proizvodstva orehov s razlichnyimi vkusami [Methods of producing nuts with different flavors] [Elektronnyy resurs] / T.F. Roenko. — Rezhim dostupa : foodinnovation.ru/articles/8532.html.

Информация об авторах

Ленерт Светлана Александровна — кандидат технических наук, докторант кафедры товароведения и экспертизы товаров, Харьковский государственный университет питания и торговли (ул. Клочковская, 333, 61051, г. Харьков, Украина). E-mail: tovaroved206@ukr.net

Радченко Анна Эдуардовна — кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, Харьковский государственный университет питания и торговли (ул. Клочковская, 333, 61051, г. Харьков, Украина). E-mail: gasanova.anna.edyardovna@gmail.com

Дубинна Антонина — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой товароведения и экспертизы товаров, Харьковский государственный университет питания и торговли (ул. Клочковская, 333, 61051, г. Харьков, Украина). E-mail: tovaroved206@ukr.net

Хоменко Ольга — кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и экспертизы товаров, Харьковский государственный университет питания и торговли (ул. Клочковская, 333, 61051, г. Харьков, Украина). E-mail: tovaroved206@ukr.net

Малюк Людмила Петровна — доктор технических наук, профессор кафедры отельного и ресторанного бизнеса, Харьковский государственный университет питания и торговли (ул. Клочковская, 333, 61051, г. Харьков, Украина). E-mail: tovaroved206@ukr.net

Information about authors

Lehnert Svitlana — PhD, doctoral student of the Department of Commodity Research and Expertise of Goods, Kharkov State University of Food Technology and Trade (333 Klochkovskaya street, Kharkov 61051, Ukraine). E-mail: tovaroved206@ukr.net

Radchenko Anna — PhD, Associate Professor of the Department of Commodity Science and Expertise of Goods, Kharkiv State University of Food Technology and Trade (333 Klochkovskaya street, Kharkov 61051, Ukraine). E-mail: gasanova.anna.edyardovna@gmail.com

Dubinina Antonina — doctor of technical sciences, professor, Head of the Department of Commodity Science and Expertise of Goods, Kharkiv State University of Food Technology and Trade (333 Klochkovskaya street, Kharkov 61051, Ukraine). E-mail: tovaroved206@ukr.net

Khomenko Olga — PhD, Associate Professor of the Department of Commodity Science and Expertise of Goods, Kharkiv State University of Food Technology and Trade (333 Klochkovskaya street, Kharkov 61051, Ukraine). E-mail: tovaroved206@ukr.net

Malyuk Lyudmila — doctor of technical sciences, professor of the Department of Hotel and Restaurant Business, Kharkiv State University of Food Technology and Trade (333 Klochkovskaya street, Kharkov 61051, Ukraine). E-mail: tovaroved206@ukr.net

УДК 665.11

Поступила в редакцию 02.02.2018
Received 02.02.2018**О.С. Агафонов¹, Е.П. Франко²**¹*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», г. Краснодар, Российская Федерация*²*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ИМПУЛЬСНОГО МЕТОДА ЯДЕРНО-МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Аннотация: В работе приводится описание способов оценки качества масличного сырья (семян подсолнечника и льна) по содержанию характеристических жирных кислот на основе импульсного метода ЯМР. Приведено описание основных отличительных разработанных особенностей и известного хроматографического способа определения массовой доли жирных кислот в масличном сырье. Представлены сравнительные результаты определения массовой доли олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника и линоленовой в масле семян льна известным и разработанным способами.

Ключевые слова: масличное сырье, метод ЯМР, семена, жирные кислоты, оценка качества

O.S. Agafonov¹, E.P. Franko²¹*Federal State Budgetary Scientific Institution “V.S. Pustovoitov All-Russian Research Institute of Oil Crops”, Krasnodar, Russian Federation*²*Educational institution “Belarusian State Agrarian and Technical University”, Minsk, Republic of Belarus*

QUALITY CONTROL OF OILSEEDS BASED ON PULSED NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE

Annotation: the article describes the developed method for oilseeds (sunflower seeds and flax) quality control by the content of characteristic fatty acids, based on the pulsed NMR method. A description of the main distinctive features of the developed and known chromatographic methods for determining the mass fraction of characteristic fatty acids in oilseeds is given. Comparative results of the determination of the mass fraction of oleic acid in sunflower seed oil and linolenic oil in flax seed oil by known and developed method are presented.

Key words: oilseeds, NMR method, seeds, characteristic fatty acids, quality control

Введение. Одним из направлений селекции масличных культур является изменение жирно-кислотного состава масла. В семенах подсолнечника — это увеличение массовой доли олеиновой кислоты в масле, а для семян льна — снижение содержания линоленовой кислоты.

Наиболее распространенным в настоящее время является способ оценки качества масличного сырья по жирно-кислотному составу на основе метода газожидкостной хроматографии (ГЖХ), который является арбитражным. Способ определения массовой доли жирных кислот в масличном сырье на основе хроматографического метода имеет ряд существенных недостатков, затрудняющих их применение при оперативном контроле масличного сырья и селекционной работе: разрушающий характер, длительность анализа, применение токсичных химических реагентов и высокие требования к квалификации персонала [1].

Разработка и внедрение современных методов оценки качества масличного сырья и продуктов его переработки являются актуальной задачей для масложировой отрасли. Наиболее перспективными и объективными являются способы оценки качества и идентификации масличного сырья и продуктов переработки на основе метода ядерно-магнитного резонанса (ЯМР). Разработанные способы на основе импульсного метода ЯМР имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с применяемыми традиционными методами: оперативность, экологическая безопасность, высокая автоматизация, не разрушающий характер и отсутствие влияния человеческого фактора на результат [2-12].

Материалы и методы исследований. Сущность метода ГЖХ заключается в следующем: сначала происходит извлечение масла из исследуемых семян, превращение триглицеридов жирных кислот

в метиловые (этиловые) эфиры жирных кислот и последующий газохроматографический анализ последних [1].

Во ВНИИМК (РФ, г. Краснодар) разработаны современные инструментальные экспресс-способы определения содержания олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника и линоленовой кислоты в масле семян льна на основе импульсного метода ЯМР, без извлечения масла из семян. Данные способы реализованы на серийно выпускаемых и широко используемых в масложировой отрасли России и стран СНГ ЯМР-анализаторах масличности и влажности АМВ-1006М после их определенной модернизации [13, 14].

Разработанные способы реализованы на ЯМР-анализаторе с использованием импульсного метода Карра-Парселла-Мейбума-Гилла. В его основе лежит облучение образцов зондирующими импульсами 90° - τ - 180° и регистрация сигналов спинового эхо, с последующей их обработкой в специализированной программной среде [15–18].

Оценка качества масличного сырья основывается на выявленных зависимостях между значениями ЯМ-релаксационных характеристик и содержанием характеристической жирной кислоты в масле анализируемых масличных семян (олеиновой — для семян подсолнечника; линоленовой — для семян льна). В качестве аналитического параметра для оценки содержания характеристических жирных кислот в семенах подсолнечника и льна выбрано средневзвешенное значение времени спин-спиновой релаксации протонов триацилглицеридов масла в семенах [18–21].

Средневзвешенное время спин-спиновой релаксации протонов масла ($T_{2св}$) интегральный показатель многофазной спиновой системы (i — ранее установленное число компонент в сигналах ЯМР протонов масла равно 3), которое определяется по формуле:

$$\frac{100}{T_{2св}} = \sum_{i=1}^3 \frac{A_i}{T_{2i}}, \quad (1)$$

где A_i — амплитуда сигнала ЯМР протонов i -ой компоненты в процентах от общей амплитуды; T_{2i} — время спин-спиновой релаксации протонов i -ой компоненты, мс.

Аналитические зависимости между средневзвешенным временем спин-спиновой релаксации и массовой долей жирных кислот в масле масличных семян имеют линейный характер с высоким коэффициентом корреляции — 0,993.

Результаты и их обсуждение. Способ определения массовой доли олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника в настоящее время проходит производственные испытания на 6 предприятиях, расположенных в разных регионах России. Внедрение данной методики по предварительным данным позволило более чем на 70 % сократить количество анализов, выполняемых методом ГЖХ на предприятиях, занимающихся заготовкой и переработкой высокоолеинового подсолнечника.

Способ определения массовой доли линоленовой кислоты в масле семян льна в настоящее время проходит лабораторные испытания. Предварительные результаты показывают, что внедрение данного метода в селекции позволит существенно повысить эффективность процесса. Благодаря неразрушающему характеру анализа появляется возможность не только идентифицировать семена льна с низким содержанием линоленовой кислоты, но и использовать их после проведения анализа в дальнейшем селекционном процессе.

В табл. 1 представлены основные характеристики известного и разработанных способов определения массовой доли олеиновой и линоленовой кислот в масле семян подсолнечника и льна соответственно.

Из данных табл. 1 видно, что разработанные способы оценки качества масличных семян на основе метода ЯМР близки по диапазону к хроматографическому способу, но при этом имеют ряд существенных преимуществ.

Диапазоны измерения жирных кислот в масле масличных семян в разработанных способах выбились с учетом минимальных и максимальных значений массовой доли жирных кислот, достаточных для их оценки. Содержание в масле семян подсолнечника олеиновой кислоты от 30 % до 90 %, а для масла семян льна от 3 % до 90 % — линоленовой кислоты.

Разработанные способы обеспечивают более высокую представительность результатов измерений (анализируется 5 проб по 25 см³ отобранных из одного образца), а время анализа не превышает 5 мин для 5 повторностей. Предприятие получает информацию, позволяющую произвести оценку качества масличного сырья по массовой доле характеристической жирной кислоты, а также одновременно определить основные показатели качества масличных семян — масличность и влажность.

Таблица 1. Сравнительная характеристика способов определения массовой доли олеиновой и линоленовой кислот в масле семян подсолнечника и льна, соответственно
Table 1. Comparative characteristics of methods for determining the mass fraction of oleic and linolenic acids in sunflower and flax seed oil, respectively

Наименование характеристики	Значение характеристики	
	Хроматографический метод (ГОСТ Р 51483-99)	ЯМР (разработанный)
Диапазон измерения массовой доли жирной кислоты, % олеиновой (подсолнечник) линоленовой (лен)	0ч100 0ч100	30–90 % 3–90 %
Объем анализируемой пробы, см ³	-	25,0±1,0
Время проведения анализа, мин.	240	5
Пробоподготовка	Извлечение масла из семян, метилирование	Не требуется
Область применения методики	Нет ограничений	Нет ограничений
Термостатирование	(22,5±7,5)	(23±3)°С
Расходные материалы	Требуются	Не требуются
Квалификация персонала	Высокая	Не имеет значения
Воспроизводимость, %	3,0 абс.	5,0 абс.

Следует отметить, что способ на основе хроматографического метода требует дополнительной пробоподготовки с использованием токсичных химических реактивов (метилового спирта), расходных материалов и высокой квалификации обслуживающего лабораторного персонала.

В табл. 2 и 3 приведены данные определения массовой доли жирных кислот в масле семян подсолнечника и льна известным и разработанными способами.

Таблица 2. Сравнительные результаты определения олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника
Table 2. Comparative results of the determination of oleic acid in sunflower seed oil

Образец	Массовая доля олеиновой кислоты, %		Абсолютное отклонение, %
	ГЖХ	ЯМР	
1	28	25	-3
2	82	84	2
3	83	83	0
4	82	80	-2
5	64	66	2
6	85	82	-3
7	67	71	4
8	30	33	3
9	70	68	-2
10	88	90	2
11	88	89	1
12	16	16	0
13	87	87	0
14	87	83	-4
15	51	53	2

Из данных, представленных в табл. 2 и 3, видно, что отклонение определения характеристических кислот в масличном сырье разработанными способами, на основе импульсного метода ЯМР, относительно результатов полученных при анализе этих образцов известным способом, не превышает 5 %.

Выводы. Разработанные во ВНИИМК инструментальные способы определения массовой доли олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника и линоленовой кислоты в масле семян льна, на основе метода ЯМР сопоставимы по абсолютному отклонению с применяемым в настоящее время хроматографическим способом. Время анализа разработанных способов значительно меньше хроматографического способа, что позволяет оперативно оценить качество масличных семян и контролировать технологические процессы.

Таблица 3. Сравнительные результаты определения линоленовой кислоты в масле льна
Table 3. Comparative results of the determination of linolenic acid in linseed oil

Образец	Массовая доля линоленовой кислоты, %		Абсолютное отклонение, %
	ГЖХ	ЯМР	
1	2	3	4
1	54	55	1
2	42	44	2
3	42	40	-2
4	22	21	-1
5	4	9	5
6	84	82	-2
7	34	35	1
8	22	25	3
1	2	3	4
9	17	18	1
10	24	25	1
11	11	8	-3
12	13	12	-1
13	6	4	-2
14	57	58	1
15	74	70	-4

Предложенные способы оценки на основе импульсного метода ЯМР являются не разрушающими и образцы в дальнейшем можно использовать в селекционной деятельности.

Кроме того, разработанные инструментальные способы оценки качества масличного сырья (семян подсолнечника и льна) не требуют проведения специальной пробоподготовки, исключают применение токсичных химических веществ, обеспечивают высокую представительность, а простота и автоматизация процесса анализа снижает требования к квалификации персонала. Производить идентификацию масличного сырья возможно одновременно с определением масличности и влажности семян на серийно выпускаемых анализаторах АМВ-1006М, которые в настоящее время внедрены более чем на 300 предприятиях масложировой отрасли после проведения их модернизации.

Список использованных источников

1. Масла растительные. Метод определения жирно-кислотного состава: ГОСТ 30418-96. — Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2012 — 7с.
2. Способ определения кислотного числа темноокрашенного растительного масла : пат. 2251689 Рос. Федерация, G 01 N 24/08/ Б.Я. Витюк, С.М. Прудников, И.А. Гореликова [и др.] ; заявитель и патентообладатель Кубанск. гос.технолог. унив-т. — № 2003129920/13 ; заявл. 10.10.2003 ; опубл. 10.05.2005. — № 13. — 5 с.
3. Способ определения кислотного числа растительных масел : пат. 2187796 Рос. Федерация, G 01 N 24/08/ Б.Я. Витюк, С.М. Прудников, И.А. Гореликова [и др.] ; заявитель и патентообладатель Кубанск. гос.технолог. унив-т. — № 2000122163/28 ; заявл. 21.08.2000 ; опубл. 20.08.2002. — Бюл. № 23. — 7 с.
4. *Зверев, Л.В.* Определение химических показателей растительных масел и масличного сырья на основе данных ядерной магнитной релаксации: автореферат дис. ... канд. техн. наук / Краснодар. — 2002. — 24 с.
5. Способ идентификации семян рапса : пат. 2260792 Рос. Федерация, МПК G 01 N 24/08, G 01 N 33/03/ С.М. Прудников, С.Ю. Ксандопуло, Б.Я. Витюк [и др.] ; заявитель и патентообладатель Кубанск. гос. технолог.унив-т. — № 2004111231/28 ; заявл. 12.04.04 ; опубл. 20.09.05. — № 26. — 5 с.
6. Способ идентификации оливкового масла : пат. 2315982 Рос. Федерация, МПК G 01 N 24/08/ А.А. Петрик, Е.П. Корнена, С.М. Прудников [и др.] ; заявитель и патентообладатель Кубанск. гос. технолог.унив-т. — № 2006127727/28 ; заявл. 31.07.06 ; опубл. 27.01.08. —№ 3. — 5 с.

7. Способ определения содержания эруковой кислоты в масле семян рапса : пат. 2260793 Рос. Федерация, МПК G 01 N 24/08, G 01 N 33/03/ С.М. Прудников, С.Ю. Ксандопуло, Б.Я. Витюк и др.; заявитель и патентообладатель Кубанск. гос. технолог.унив-т. — № 2004111238/28 ; заявл. 12.04.04; опубл. 20.09.05. — № 26. — 4 с.
8. *Викторова, Е.П.* Разработка экологически безопасного экспресс-способа оценки качества соевых лецитинов / Е.П. Викторова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). — Краснодар, 2016. — № 07(121). — С. 698–707.
9. Способ определения содержания фосфолипидов в фосфолипидном концентрате (лецитине) : пат. № 2431140 Рос. Федерация. // Е.П. Корнена, О.С. Агафонов, Е.В. Лисовая [и др.] // заявл. 10.07.2010 ; опубл. 10.10.2011.
10. Способ определения содержания ацетоннерастворимых веществ (фосфолипидов) в рапсовом лецитине:пат. № 2581447 Рос. Федерация. // Е.В. Лисовая, Е.П.Викторова, С.М.Прудников [и др.] //заявл. 27.03.2015.; опубл. 20.04.2016. — № 11. — 5 с.
11. *Агафонов, О.С.* Сравнение известного и разработанных способов идентификации масличного сырья / О.С. Агафонов, Е.П. Франко // Матер. IVмеждунар. науч.-практич. конф. «Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК». — Минск, 2017. — С. 277–280.
12. *Агафонов, О.С.* Высокоолеиновый подсолнечник и современные методы контроля содержания олеиновой кислоты / О.С. Агафонов [и др.] // Минск : Пищевая промышленность: наука и технология, 2015. — № 4(22) —С. 91–94.
13. *Агафонов, О.С.* Исследование влияния температуры на средневзвешенное время спин-спиновой релаксации протонов, содержащихся в масле семян льна / С.М. Прудников, Л.В. Зверев, С.В. Склярков // Научный журнал КубГАУ. — Краснодар, № 131(07). — 2017. — С. 125 — 133.
14. *Агафонов, О.С.* Экологически безопасный экспресс-способ оценки качества и идентификации семян льна на основе метода ЯМР / О.С. Агафонов, С.В. Склярков // Стратегические направления развития АПК стран СНГ : сб. трудов XVI Междунар. науч.-практич. конф. — Барнаул, 2017. — С. 449–451.
15. Meiboom S., Gill D. Modified spin-echo method for measuring nuclear relaxation times // The Review of Scientific Instruments. — 1958. — vol. 29 (45). — P. 688–691.
16. Carr H. Y., Purcell E. M. Effects of diffusion on free precession in nuclear magnetic resonanceexperiments // Phys. Rev. — 1954. — vol. 94. — P. 630.
17. Система приема и обработки сигналов импульсных релаксометров ядерного магнитного резонанса : свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ / С.М. Прудников [и др.] — № 2001610425. зарегистр. 17.04.2001.
18. *Прудников, С.М.* Научно-практическое обоснование способов идентификации и оценки качества масличных семян и продуктов их переработки на основе метода ядерной магнитной релаксации: дис. ... д-ра техн. наук / С.М. Прудников. — Краснодар, 2003. — 244 с.
19. *Агафонов, О.С.* Ядерно-магнитные релаксационные характеристики протонов масла семян льна с различным жирно-кислотным составом / О.С. Агафонов [и др.] // Масличные культуры. Науч.-технич. бюл. Всерос. науч.-исслед. института масличных культур. — Краснодар, 2017. — № 1 (169). — С. 40–45.
20. *Агафонов, О.С.* Ядерно-магнитные релаксационные характеристики протонов масла семян льна с различным жирнокислотным составом / О.С. Агафонов, С.М. Прудников, Л.В. Зверев, С.В. Склярков // Масличные культуры. Науч.-технич. бюл. Всерос. науч.-исслед. института масличных культур.— Краснодар, 2017. — №1 (169). — С. 40–45.
21. *Прудников, С.М.* Влияние массовой доли олеиновой кислоты на ЯМР характеристики протонов, содержащихся в семенах подсолнечника и в подсолнечных маслах. Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов / С.М. Прудников, О.С. Агафонов, Л.В. Зверев, Е.П. Викторова, Т.А. Шахрай // Масличные культуры. Науч.-технич. бюл. Всерос. науч.-исслед. института масличных культур. — Краснодар, 2017. — № 5(46) — С.3–8.

References

1. Vegetable oils. Method for determining fatty acid composition : GOST 30418-96. — Minsk: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification: Belarusian. state. Institute of Standardization and Certification, 2012 — 7 p.
2. Pat. 2251689 Russian Federation, G 01 N 24/08. Method for determination of the acid number of dark-colored vegetable oil [Text] / B.Ya. Vityuk, S.M. Prudnikov, I.A. Gorelikova [and etc.] ; the applicant and the patent holder Kubansk. state technologist. univ-t. — No. 2003129920/13 ; claimed. 10.10.2003 ; publ. 10.05.2005, Bul. № 13. — 5 p.
3. Pat. 2187796 Russian Federation, G 01 N 24/08. Method for determination of the acid number of vegetable oils [Text] / B.Ya. Vityuk, S.M. Prudnikov, I.A. Gorelikova [and etc.] — No. 2000122163/28 ; claimed. 21.08.2000 ; published. 20.08.2002, Bul. № 23. — 7 p.
4. Zverev L.V. Determination of chemical indices of vegetable oils and oilseeds based on nuclear magnetic relaxation data: Abstract of diss. ... cand. tech. Sciences / Krasnodar, 2002. — 24 p.
5. Pat. 2260792 Russian Federation, IPC G 01 N 24/08, G 01 N 33/03. Method for identification of rapeseed seeds [Text] / S.M. Prudnikov, S.Yu. Xandopulo, B.Ya. Vityuk [and etc.] ; the applicant and the patent holder Kubansk. state. technologist. univ-t. — No. 2004111231/28 ; claimed. 12.04.04 ; publ. 20.09.05, Bul. № 26. — 5 with .: ill.
6. Pat. 2315982 Russian Federation, IPC G 01 N 24/08. Method for identification of olive oil [Text] / A.A. Petrik, E.P. Kornena, S.M. Prudnikov [and etc.] ; the applicant and the patent holder Kubansk. state. technologist. univ-t. — No. 2006127727/28 ; claimed. 31.07.06 ; publ. January 27, 08, Bul. No. 3. — 5 with .: ill.
7. Pat. 2260793 Russian Federation, IPC G 01 N 24/08, G 01 N 33/03. Method for determination of erucic acid in rapeseed oil oil [Text] / S.M. Prudnikov, S.Yu. Ksandopulo, B.Ya. Vityuk and etc.; the applicant and the patent holder Kubansk. state. technologist. univ-t. — No. 2004111238/28 ; claimed. 12.04.04 ; publ. 20.09.05, Bul. № 26. — 4 with .: ill.
8. Development of an ecologically safe express method for assessing the quality of soy lecithins / E.P. Viktorova [et al.] // Polytematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (KubSAU Scientific Journal). — 2016. — No. 07 (121). — P. 698–707.
9. Pat. No. 2431140 Ros. Federation. A method for determining the content of phospholipids in a phospholipid concentrate (lecithin) // E.P. Kornena, O.G. Agafonov, E.V. Lisova [and others] // Appl. 10/07/2010 ; publ. 10.10.2011.
10. Pat. No. 2581447 Ros. Federation. Method for determination of the content of acetone insoluble substances (phospholipids) in rapeseed lecithin // E.V. Lisova, E.P. Viktorova, S.M. Prudnikov [and etc.] // Appl. 03/27/2015 ; publ. 04/20/2016 ; Bul. № 11.
11. Agafonov O.S. Comparison of known and developed methods for the identification of oil-bearing raw materials / O.S. Agafonov, E.P. Franco // Materials of the 4th International Scientific and Practical Conference “Actual problems of human resources development for innovative development of agroindustrial complex”, October 5–6, 2017. — P. 277–280.
12. Highly oleic sunflower and modern methods for controlling the content of oleic acid / O.S. Agafonov [et al.] // Minsk : Food Industry: Science and Technology. № 4 (22). — C. 91–94.
13. Agafonov O.S., Prudnikov S.M., Zverev L.V. Sklyarov S.V. Nuclear-magnetic relaxation characteristics of protons of flax seed oil with different fatty acid composition // Oil-bearing crops. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds. — 2017. — Issue. 1 (169). — P. 40–45.
14. Agafonov O.S., Sklyarov S.V. Ecologically safe express method for assessing the quality and identification of flax seeds on the basis of the NMR method. Collection of Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference “Strategic Directions for the Development of Agroindustrial Complex of the CIS Countries”, February 27–28, Barnaul. 2017. —P.449–451.
15. Meiboom S., Gill D. Modified spin-echo method for measuring nuclear relaxation times // The Review of Scientific Instruments. — 1958. — vol. 29 (45). — P. 688–691.
16. Carr H.Y., Purcell E.M. Effects of diffusion on free precession in nuclear magnetic resonance experiments // Phys. Rev. — 1954. — vol. 94. — P. 630.

17. Certificate No. 2001610425 of the Russian Federation. System for receiving and processing signals of nuclear magnetic resonance pulse relaxometers: a certificate of official registration of a computer program / S.M. Prudnikov [and others]; for registration. 17.04.2001.
18. Prudnikov S.M. Scientifically-practical substantiation of ways of identification and an estimation of quality of oil-bearing seeds and products of their processing on the basis of a method of nuclear magnetic relaxation [Text]: The dissertation ... Dr. tehn. Sciences / Prudnikov Sergey Mikhailovich. — Krasnodar, 2003. — 244 p.
19. Nuclear-magnetic relaxation characteristics of protons of flax seed oil with different fatty acid composition [Text] / O.S. Agafonov [and others] // Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds. — 2017. — No. 1 (169). — P. 40–45.
20. Agafonov O.S., Prudnikov S.M., Zverev L.V., Sklyarov S.V. Nuclear-magnetic relaxation characteristics of protons of flax seed oil with different fatty acid composition // Oil-bearing crops. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oilseeds. — 2017. — Issue. 1 (169). — pp. 40–45.
21. Prudnikov S.M., Agafonov O.S., Zverev L.V., Viktorova E.P., Shakhrai T.A. Influence of the mass fraction of oleic acid on the NMR of the characteristics of protons contained in sunflower seeds and in sunflower oils. Technology and Commodity Research of Innovative Food Products. — 2017. — issue number 5 (46). — pp. 3–8.

Информация об авторах

Франко Евгения Петровна — кандидат технических наук, доцент кафедры инновационного развития АПК, учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (проспект Независимости, 99, 220023, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: janeshaden9@mail.ru

Агафонов Олег Сергеевич — кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела физических методов исследований, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский институт масличных культур им. В.С. Пустовойтова» (350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17). E-mail: sacred_jktu@bk.ru

Information about authors

Franko Evgeniya Petrovna — cand. of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Innovative Development of the Agroindustrial Complex at educational institution “Belarusian State Agrarian and Technical University” (220023, Republic of Belarus Minsk, Independence Avenue, 99). E-mail: janeshaden9@mail.ru

Agafonov Oleg Sergeevich — cand. of Technical Sciences, Senior Researcher of the Department of Physical Methods of Research, Federal State Budgetary Scientific Institution «V.S. Pustovoitov All-Russia Research Institute Of Oil Crops» (350038, Russian Federation, city Krasnodar, Filatov str., 17). E-mail: sacred_jktu@bk.ru

А.С. Кучер, Т.П. Троцкая

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

ИЗУЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ЖИТЕЛЕЙ Г. ГРОДНО НА РЫНКЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация: Представлены статистические данные о потреблении хлебопродуктов в Республике Беларусь, дан краткий обзор научной литературы о функциональных хлебобулочных изделиях, основных источниках незаменимых нутриентов и принципах обогащения продукции в соответствии с нормативной документацией и международными стандартами, указана необходимость создания продуктов функционального направления массового потребления.

В статье представлены результаты изучения опросно-анкетным методом потребительских предпочтений жителей г. Гродно на рынке хлебобулочных изделий функционального назначения. Результаты социологического опроса отражены на графиках и диаграммах, которые представлены в основной части статьи.

Определены наиболее востребованные гродненцами виды хлебобулочных изделий, а также основные критерии, определяющие их выбор. Произведена оценка потребности жителей г. Гродно в новых видах обогащенных хлебобулочных изделий, определены предпочитаемые для внесения в хлеб пищевые добавки и оптимальная масса изделий. По результатам исследований составлен портрет потребителя, который включает данные о поле, возрасте, роде занятий и образовании, определена необходимость расширения ассортимента хлебобулочных изделий с направленными функциональными свойствами.

Установлена практическая значимость работы. Указана необходимость создания продуктов функционального назначения массового потребления и формирования конкретных условий для пополнения дефицита основных питательных веществ в рационе населения республики.

Ключевые слова: анкетирование, потребительские предпочтения, хлеб, функциональный продукт, обогащение

A.S. Kucher, T.P. Trotskaya

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

STUDYING OF CONSUMER PREFERENCES OF GRODNO RESIDENTS TO FUNCTIONAL BAKERY PRODUCTS

Annotation: The introduction presents statistical data on the consumption of bread products in the Republic of Belarus, gives an overview of the scientific literature on functional bakery products, the main sources of essential nutrients and the principles of product enrichment in accordance with regulatory documents and international standards, the need to create products of a functional direction of mass consumption is indicated.

The article presents the study results of consumer preferences for bakery products of Grodno residents. The study of the preferences of Grodno residents was carried out by a questionnaire survey method in combination with statistical analysis. The results of the sociological survey are clearly reflected in the graphs and diagrams that are presented in the main part of the article.

In the main part, the most popular types of bakery products are identified by Grodno, as well as the main criteria that determine their choice. An assessment of the needs of Grodno residents for new types of enriched bakery products has been made, food additives preferred for inclusion in bread and the optimal mass of products have been determined. Based on the results of the research, a portrait of the consumer was compiled, which includes data on the field, age, occupation and education, the need to expand the assortment of baked goods with directed functional properties.

The practical significance of the work is established. The need to create products of a functional purpose for mass consumption and the formation of specific conditions for replenishment of the deficiency of essential nutrients in the diet of the population of the republic is indicated.

Keywords: questioning, consumer preferences, bread, functional product, enrichment

Введение. Во всем мире признана взаимосвязь между характером питания и здоровьем. Сегодня стало очевидным, что традиционные продукты питания не способны компенсировать потребность современного человека в витаминах, микроэлементах и других пищевых компонентах, учитывая физические и эмоциональные нагрузки, стрессовые ситуации, ощущение ускоряющего времени и тревоги, которые характерны для техногенного общества. Кроме того, теряет свою пищевую ценность и сельскохозяйственное сырье (зерно, овощи, фрукты, мясо и т.д.), используемое для получения пищевых продуктов. Эта и ряд других задач могут быть успешно решены с помощью обогащенных продуктов питания, которые предназначены для систематического применения в составе обычных пищевых рационов всеми группами здорового населения.

В последние годы в связи с ухудшением экологической обстановки обострилась проблема сохранения здоровья людей и появилась необходимость в разработке рецептур новых видов функциональных пищевых продуктов, в том числе хлебобулочных изделий, обладающих диетическими и лечебно-профилактическими свойствами, при производстве которых используются различные биологически активные добавки (БАД), оказывающие существенное влияние на качественный и количественный состав рациона питания населения.

Присутствие хлебобулочных изделий в рационе большинства белорусов делает эти продукты важными с точки зрения возможности обеспечения населения дополнительными витаминами, микро- и макроэлементами. Хлеб может являться источником здоровья и долголетия, и это делает данный продукт интересным объектом исследования и разработки модификаций с различными добавками, положительно сказывающимися на потребительских характеристиках продукта.

Хлебобулочные изделия — одни из самых популярных функциональных продуктов, эффективность которых подтверждается многочисленными исследованиями. Хлеб является незаменимым повседневным продуктом массового потребления независимо от социального статуса, материального положения и времени года. В связи с этим хлебобулочная промышленность является одной из стратегических и социально значимых отраслей экономики нашей страны, а хлебобулочные изделия стабильно занимают одно из ведущих мест на рынке Беларуси.

По данным Белорусского статистического комитета с 2000 г. потребление хлебопродуктов в Беларуси падает и в 2016 г. составило 85 кг/год, или 233 г в сут., а в 2017 г. — 83,1 кг/год или 228 г/сут. В целом, это соответствует рекомендуемой Минздравом суточной норме потребления, которая составляет 200–250 г для взрослого трудоспособного населения [1]. В период с 2015 по 2016 гг. производство хлеба и хлебобулочных изделий снизилось на 4,9 %. Подобная тенденция отмечается и в 2017 г. — производство хлебобулочных изделий в 2016 г. составило 286 тыс. т, а в 2017 г. произведено только 280,8 тыс. т [2].

Однако сложившаяся ситуация с производством хлебной продукции дает и положительные результаты — в условиях жесткой конкуренции ежегодно ассортимент хлебобулочных изделий расширяется и проводятся многочисленные исследования по повышению их качества, в том числе по обогащению незаменимыми для человеческого организма макро- и микронутриентами. Изделия диетического и функционального назначения набирают популярность среди белорусского населения, что связано с влиянием принципов здорового питания. Согласно данным Департамента по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия, в 2000 г. удельный вес диетических и обогащенных хлебобулочных изделий составлял менее 1 %, а в 2010 г. — уже более 30 % в общем объеме хлебобулочных товаров [3].

Регулярное обследование состояния здоровья и питания населения Беларуси разных групп свидетельствует о наличии дефицита важнейших пищевых веществ, в результате которого возникают различные неинфекционные заболевания сердечно-сосудистой, опорно-двигательной и иммунной систем, желудочно-кишечного тракта, нарушения функции зрения и др. Всё это является следствием, в числе прочих факторов, неадекватных пищевых предпочтений. Изменить пищевое поведение людей крайне сложно, а отказ от привычных продуктов существенно снижает качество жизни людей. Поэтому одно из основных направлений профилактики заболеваний, обусловленных микронутриентной недостаточностью, — увеличение выпуска специализированных, обогащенных, функциональных продуктов питания и, в первую очередь, хлебобулочных изделий как продуктов повседневного спроса [4].

При разработке хлебобулочных изделий функциональной направленности особое внимание уделяют качеству и безопасности продукта. При этом широко используются различные натуральные и искусственно синтезируемые пищевые ингредиенты, обеспечивающие поступление в организм человека необходимых физиологически активных веществ. В процессе обогащения производитель

должен учитывать не только требования современной нутрициологии и органолептические характеристики продукта, но руководствоваться принципами Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований Комиссии Таможенного союза [5].

Функциональную и питательную ценность хлебобулочных изделий можно улучшить путем введения в рецептуру пищевых волокон, источников белка, витаминов (А, группа В, и т.д.), минеральных веществ (железо, фосфор, кальций и др.), полиненасыщенных жиров (в том числе омега-3 жирных кислот), антиоксидантов (бета-каротин, витамины С и Е) и растительных экстрактов [6].

В Республике Беларусь ежегодно вырабатывается более 2000 наименований хлебобулочных изделий, из них на долю диетических и обогащенных хлебов приходится 22,8 %. Национальная хлебная промышленность на современном этапе развития нацелена на выпуск продукции массового потребления с высокой пищевой и биологической ценностью. Для этого разрабатываются натуральные обогатительные добавки, пищевые смеси, фитокомпозиции и премиксы, содержащие большую группу витаминов, макро- и микроэлементы, пектин, биологически активные соединения, пищевые профилактические соли с пониженным содержанием натрия, обогащенные йодом, калием и магнием. В качестве источников ценных пищевых веществ выступают зерновые продукты, хлопья овсяные, отруби пшеничные и ржаные, зародышевые хлопья пшеницы, фруктовые и овощные порошки, зерновые продукты, морская капуста, цикорий, любисток, расторопша, плоды боярышника, порошок топинамбура, корень петрушки и др. [6].

Состояние здоровья населения Беларуси, значимость хлеба в обществе, проблемы хлебопекарной отрасли страны свидетельствуют об актуальности поиска новых природных источников сырья с необходимыми технологическими и ценными физиологическими свойствами. При этом с позиции современной экономики и маркетинга при разработке обогащенного продукта важно также учитывать предпочтения и пожелания потребителя. С этой целью были изучены потребительские предпочтения к хлебобулочным изделиям на рынке г. Гродно.

Цель — изучение потребительских предпочтений на рынке хлебобулочных изделий жителей города Гродно опросно-анкетным методом.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследований при анализе предпочтений потребителей выступала информация, полученная при проведении социологического опроса жителей г. Гродно. Опрос респондентов проводился в период с июня по сентябрь 2017 г.

В рамках социологического исследования проводилось изучение потребительских предпочтений на рынке хлебобулочных изделий жителей г. Гродно. В качестве метода исследования был выбран традиционный анкетный опрос и опрос интернет-аудитории гродненцев с использованием сети Интернет (анкеты распространялись через группы в социальных сетях).

Разработана анкета содержит 13 вопросов, позволяющих определить предпочтения потребителей, а также уточняющие вопросы и портрет потребителя. 12 вопросов анкеты строго закрытые — респонденту предлагается выбрать один из предложенных вариантов ответа, что позволяет сформировать информативный массив данных, который является легко анализируемым. Один из вопросов — открытый, что позволило получить разнообразные ответы, уточняющие и конкретизирующие собранный материал.

Вопросы анкеты позволяют выявить, какие хлебобулочные изделия наиболее востребованы у потребителей, критерии, определяющие выбор респондентов (цена, качество, полезность, введение добавок и т.д.), оценку потребности в новых видах функциональных хлебобулочных изделий, выбор предпочитаемых для внесения в хлеб микронутриентов, а также отношение респондентов к оптимальной массе хлеба. Портрет потребителя состоит из данных о поле респондента, его возрасте, роде занятий и образовании. Полученные данные были проанализированы методами математической статистики с использованием программы Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований и их обсуждение. Изучены предпочтения потребителей в отношении хлебобулочных изделий, в том числе обладающих функциональными свойствами, определена необходимость расширения ассортимента.

Проведен анкетный опрос жителей г. Гродно. Всего было опрошено 167 респондентов. Потребители были разделены по следующим социально-демографическим критериям: пол респондента, возраст, род занятий и образование. Среди опрошенных гродненцев 75,4 % составили женщины (126 человек) и 24,6 % — мужчины (41 человек).

Опрошенные респонденты относятся к различным возрастным группам: 2,4 % относятся к группе людей младше 18 лет; 61,7 % — к группе и в возрасте от 18 до 24 лет; 19,2 % относятся к возрастной

группе 25–35 лет; 6,6 % к группе 36–45 лет; 8,4 % — респонденты 46–55 лет и 1,8 % опрошенных составляют группу людей старше 56 лет.

По роду занятий большинство респондентов отнесли себя к учащимся (51,2 %) и работающему населению (44,6 %), количество опрошенных пенсионеров составило 0,6 % и 3,6 % пришлось на временно не работающих и домохозяек.

Большинство опрошенных имеют среднее общее образование (51,5 %), среднее специальное и высшее — 20,4 % и 27,5 % соответственно, 0,6 % — без образования.

Проанализированы факторы, влияющие на выбор потребителей при покупке хлеба (рис. 1). Полученные результаты свидетельствуют, что выбор потребителя определяет в первую очередь свежесть хлеба (33,7 %), на втором месте — качество продукта (17,9 %), на третьем — внешний вид (15,4 %), на четвертом — цена (11,1 %). Остальные предложенные варианты набрали примерно равное количество голосов. Таким образом, продукт является востребованным, если будет сочетать в себе привлекательный внешний вид и свежесть, а также, если потребителя будет устраивать соотношение цена/качество.

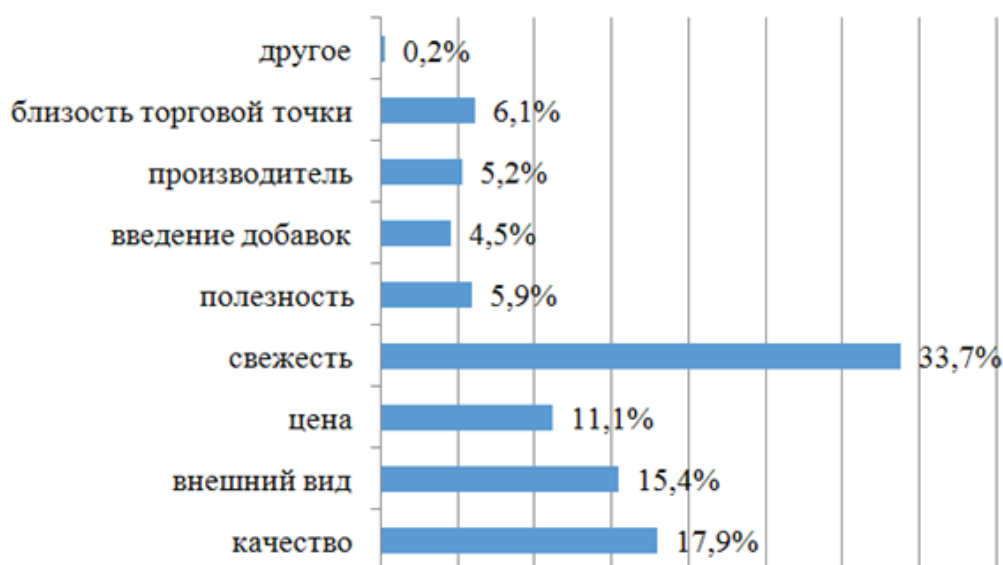


Рис. 1. Факторы, определяющие выбор потребителей при покупке хлеба

Fig. 1. Factors determining the choice of consumers when buying bread

Самым популярным среди жителей г. Гродно является хлеб из пшеничной муки — 36,9 % (29,2 % женщин и 7,7 % мужчин) респондентов, 33,3 % (25,6 % женщин и 7,7 % мужчин) отметили ржано-пшеничный хлеб и хлебу из ржаной муки отдали предпочтение 29,8 % (20,8 % женщин и 9,0 % мужчин).

Результаты опроса показали, что предпочтения по видам хлеба зависят от пола потребителей. Опрошенные женщины отдают предпочтение хлебу из пшеничной муки (38,6 %) и из смеси пшеничной и ржаной муки (33,9 %), а мужчины в основном употребляют хлеб из ржаной муки (36,6 %).

Вкусовые предпочтения гродненцев модифицируются с возрастом, так как их образ жизни, поведение, культура питания, уровень физических нагрузок постепенно изменяются. С увеличением возраста наблюдается рост потребления хлеба из смеси пшеничной и ржаной муки и снижение потребления пшеничного хлеба (рис. 2).

По результатам анализа результатов опроса составлены портреты потребителей:

- ♦ хлеб из смеси пшеничной и ржаной муки предпочитают мужчины со средним специальным образованием в возрасте от 25 до 45 лет;
- ♦ пшеничный хлеб предпочитают женщины со средним общим образованием в возрасте 18–24 лет;
- ♦ ржаной хлеб выбирают женщины с высшим образованием в возрасте от 25 до 45 лет.

Респондентам было предложено ответить на ряд вопросов, касающихся необходимости разработки хлебобулочных изделий функционального назначения. Мнения разделились, но большинство

опрошенных положительно отнеслись к функциональному хлебу с полезными для здоровья свойствами (72,8 %). Нейтральную позицию заняли 19,5 %, отрицательно отнеслись — 7,7 %. Вероятно, это связано с повышением общей информированности населения о полезных свойствах функциональных продуктов, а также формированием у жителей города более внимательного отношения к своему рациону питания и здоровью.

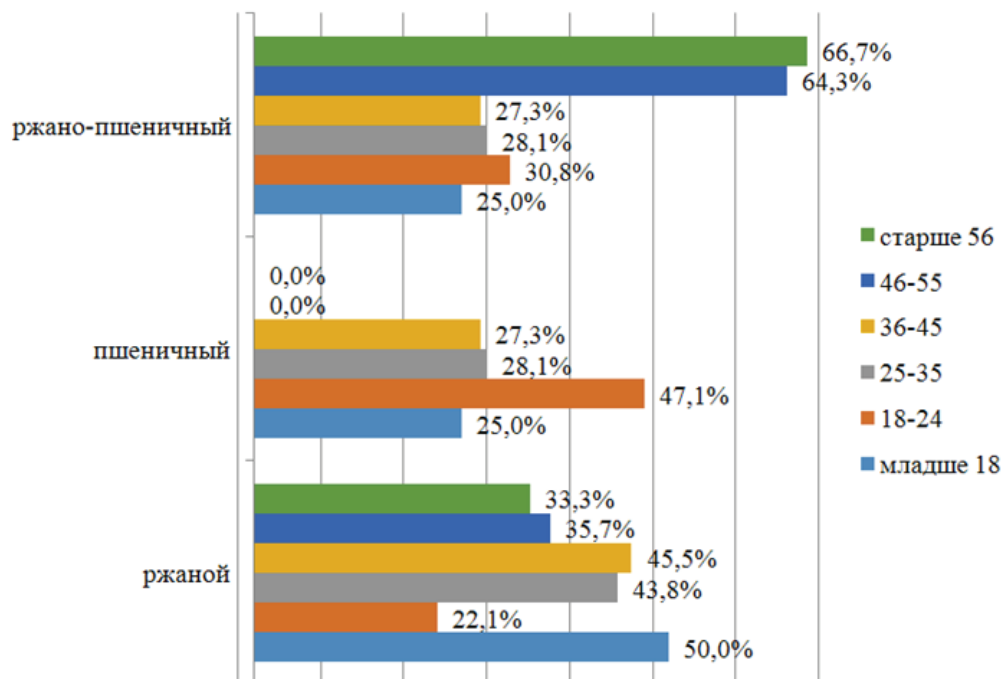


Рис. 2. Предпочтения респондентов разного возраста по видам хлеба
Fig. 2. Preferences of respondents of different ages by types of bread

Около 67,3% опрошенных отметили, что иногда употребляют обогащенные хлебобулочные изделия и только 7,1% — регулярно. Потребителям, которые указали, что хлеб функционального назначения в их рацион не входит, был задан следующий вопрос: «Почему Вы не употребляете обогащенный хлеб?» Результаты проведенного исследования показывают, что 72,5 % респондентов считают основной причиной, по которой они не употребляют функциональный хлеб, отсутствие в этом необходимости (отсутствие показаний); 15,4 % называют в качестве причины высокую цену хлеба, обладающего повышенным содержанием нутриентов; 8,7 % опрошенных не верят в пользу функциональных продуктов для организма; 2,7 % указывают на риск возникновения проблем, связанных с избытком витаминов и минералов в организме.

Из полученных результатов следует, что 97,0 % опрошенных на вопрос «Внесение в хлебобулочные изделия витаминов и минералов с добавками какого вида на Ваш взгляд наиболее предпочтительно?» предпочтения отдали добавкам растительного и животного происхождения в натуральной форме (например, злаковые культуры, семена, сухофрукты и др.); 3,0 % опрошенных отдали предпочтение премиксам, что говорит о настороженном отношении потребителей к искусственно созданным добавкам, несмотря на отсутствие подтверждений их вреда для здоровья.

Дополнительно респондентам был задан открытый вопрос: «О каких добавках, вносимых в хлебобулочные изделия, вы знаете?». Все респонденты называли только натуральные добавки, хотя отдельно это не было оговорено в вопросе анкеты. Среди распространенных ответов оказались семена льна и подсолнечника, кунжут, сухофрукты, витамины, клетчатка, заменители сахара.

Один из вопросов, представленных в анкете, позволил выяснить, готовы ли потребители дополнительно платить за функциональные хлебобулочные изделия. По результатам опроса 90 человек (54,2 %) согласны платить за функциональные продукты.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о целесообразности расширения в г. Гродно ассортимента хлебобулочных изделий функционального назначения. Причиной этому является дефицит незаменимых нутриентов в питании населения. С учетом предпочтений потребителей,

наиболее доступным объектом для создания функционального продукта является хлеб из смеси пшеничной и ржаной муки. Для уточнения некоторых аспектов разработки нового продукта было выяснено мнение респондентов по некоторым параметрам продукта. Большинство опрошенных респондентов (59,1 %) считают оптимальной массу хлеба 350–600 г, 20,1 % и 20,1 % приходится на выбирающих большую (600–1000 г) и малую массу изделий (200–350 г), соответственно.

Выводы. Обобщая результаты проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что необходимым является расширение ассортимента производимого в г. Гродно хлеба с учетом потребности в незаменимых нутриентах. В результате социологического исследования выявлено: 72,8 % респондентов положительно относятся к функциональному хлебу, 7,1 % опрошенных употребляют его регулярно (не реже 1 раза в неделю). Проанализированы показатели ассортимента, сделан вывод о необходимости создания новых видов продукции с направленными функциональными свойствами. При разработке продукта необходимо опираться на финансовые возможности целевой аудитории, поскольку введение в состав хлебобулочных изделий биологически-активных добавок приведет к удорожанию продукции.

Проведенные исследования актуальны, в первую очередь, для предприятий хлебопекарной отрасли. Теоретические аспекты выполненной работы могут быть использованы в дальнейших исследованиях, направленных на разработку новых видов хлебобулочных изделий функционального назначения.

Список использованных источников

1. Постановление Мин-ва здравоохранения РБ Об утверждении Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РБ» № 180 от 20.11.2012 г.
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. — Дата доступа: 01.02.2018.
3. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mshp.gov.by/>. — Дата доступа: 03.02.2018.
4. Руденко, Э.В. Проблема дефицита витамина D в белорусской популяции / Э. В. Руденко [и др.] // Медицина. — 2012. — № 2(77). — С. 4–12.
5. Изменения в Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденные Решением Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 г. № 299. Утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 7.04.2011 № 622.
6. Департамент по хлебопродуктам Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://http://gskp.by/>. — Дата доступа: 28.12.2017.

References

1. Postanovlenie Min-vazdravoohranenija RB Ob utverzhdenii Sanitarnyh norm, pravil i higienicheskikh normativov «Trebovanija k pitaniju naselenija: normy fiziologicheskikh potrebnostej v jenergii i pishhevyh veshhestvah dlja razlichnyh grupp naselenija RB» № 180 [Decree of the Ministry of Health of the Republic of Belarus On the Approval of Sanitary Norms, Rules and Hygienic Norms “Requirements for Nutrition of Population: Norms of Physiological Needs for Energy and Food Substances for Different Populations of the Republic of Belarus” No. 180], 20.11.2012.
2. Natsional’nyi statisticheskii komitet Respubliki Belarus’ [National Statistical Committee of the Republic of Belarus]; [Electronic resource].
3. Ministerstvo sel’skogo hozjajstva i prodovol’stvija Respubliki Belarus’ [Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus]; [Electronic resource].
4. Rudenko E.V. Problema defitsita vitamina D v belorusskoi populiatsii [The problem of vitamin D deficiency in the Belarusian population]. Meditsina [Medicine], 2012, vol. 2(77), pp. 4–12.

5. *Izmeneniya v Edinye sanitarno-jepidemiologicheskie i higienicheskie trebovaniya k tovaram, podlezhashhim sanitarno-jepidemiologicheskomu nadzoru (kontrolju), utverzhdennye Resheniem Komissii Tamozhennogo sojuza № 299. Changes in the Uniform Sanitary and Epidemiological and Hygienic Requirements for Goods Subject to Sanitary and Epidemiological Supervision (Control) approved by the Decision of the Commission of the Customs Union No. 299]*, 07.04.2011.
6. *Departament po khleboproduktam Ministerstva sel'skogo khoziaistva i prodovol'stviia Respubliki Belarus'* [Department for bakery products of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus]; [Electronic resource].

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

Information about authors

Kucher Anastasiya Sergeevna —graduate of RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of 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

УДК 664.012.1+664:658.562

Поступила в редакцию 01.03.2018
Received 01.03.2018**О.А. Леонов, Н.Ж. Шкруба***Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия
им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация*

ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ХААСП ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВАРЕНО-КОПЧЕНЫХ КОЛБАС

Аннотация: Перерабатывающие предприятия ежегодно тратят значительные средства на контроль и обеспечение качества своей продукции, но сейчас этого уже не достаточно, так как Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» обязывает производителей внедрять систему ХАССП. В основу системы безопасности пищевой продукции ХАССП положен контроль в критических контрольных точках. Мониторинг критических контрольных точек позволяет своевременно устранять риски, представляющие угрозу безопасности. В связи с этим определение пределов контролируемых параметров в критических контрольных точках и создание системы их мониторинга является актуальной задачей для современных пищевых предприятий.

Проведенный анализ технологического процесса производства варено-копченых колбас показал, что основными контролируемыми параметрами процесса на различных этапах являются температура и влажность воздуха. Для проведения мониторинга технологического процесса производства варено-копченых колбас на схему процесса производства варено-копченых колбас нанесены критические контрольные точки и разработан рабочий лист ХАССП, в котором приведены контролируемые параметры и их пределы. Учитывая, что такой параметр, как температура имеет допуск контрольных границ ± 1 °С, возникает вопрос о точности средств измерений, применяемых для контроля. Проведен анализ средств контроля, и выявлено, что погрешность измерений должна находиться в пределах не более $\pm 0,3$ °С, а с учетом старения средства измерений — еще меньше.

Для оценки соответствия требований к метрологическому обеспечению критических контрольных точек предложено находить соответствие между назначаемыми пределами и возможностью реальных средств измерений осуществлять достоверный контроль. Для случая обнаружения несоответствий в системе управления качеством процесса разработана форма матрицы распределения ответственности и полномочий персонала по выполнению корректирующих действий.

Ключевые слова: безопасность пищевой продукции, система ХАССП, критические контрольные точки, мониторинг, средства контроля

O.A. Leonov, N.Zh. Shkaruba*Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russian Federation*

THE ELEMENTS OF THE HACCP SYSTEM IN THE PRODUCTION BOILED-SMOKED SAUSAGES

Abstract: Processing enterprises annually spend considerable resources on monitoring and maintaining the quality of their products, but now this is not enough, because the Technical regulations of the Customs Union “On safety of food products” require manufacturers to implement a HACCP system. The system of food products safety HACCP is based on critical control points. The monitoring of critical control points permits to eliminate security risks timely. In this regard, the determination of the limits of controlled parameters in critical control points and the creation of a monitoring system are important tasks for modern food enterprises.

The analysis of the technological process of production of boiled-smoked sausages has shown that the main controlled parameters of the process on different stages are the temperature and humidity. In order to monitor the technological process of production of boiled-smoked sausages, the scheme of the process of production of boiled-smoked sausages is subject to critical control points and the HACCP worksheet is developed, which contains the controlled parameters and their limits. Given that a parameter such as temperature has a control boundary tolerance ± 1 °С, there arises a question of the accuracy of the measuring instruments used for control. The analysis of control means has shown that the measurement error should be within no more than $\pm 0,3$ °С and even less, taking into account the aging of the measuring instrument.

In order to assess compliance with the requirements for metrological support of critical control points, it is proposed to find a correspondence between the assigned limits and the possibility of real measuring instruments to carry out a reliable control. For the purpose of detection of nonconformities in the process of quality management system, there was developed the form of the matrix of responsibility and authority distribution of personnel to perform corrective actions.

Key words: food Safety, the HACCP system, critical control points, monitoring and controls

Введение. Деятельность пищевых предприятий в современных условиях основана на процессном подходе к управлению качеством [1]. Система менеджмента качества (СМК), действующая в соответствии с требованиями международных стандартов серии ИСО 9000 [2], формирует и экономические требования к качеству [3]. Перерабатывающие предприятия ежегодно тратят значительные средства на контроль и обеспечение качества своей продукции, но сейчас этого уже не достаточно [4], так как Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», обязывает производителей внедрять систему ХАССП, что отражено в ГОСТ ИСО 22000-2007. Этот стандарт интегрирует принципы ХАССП, и требования стандарта ИСО 9001 «Системы менеджмента качества» [5]. Одновременно растут и требования к метрологическому обеспечению производства [6]. С другой стороны, необходимо учитывать требования к качеству и безопасности продуктов питания, предъявляемые потребителями и современную тенденцию к развитию технологий пищевых продуктов, характеризующихся не только качеством, но и полезными свойствами [7]. В настоящее время возрастает роль потенциальной безопасности, что способствует созданию система прослеживаемости при производстве продуктов питания [8].

Управление качеством колбасных изделий с использованием процессного подхода является важной темой исследований [9]. Ведется уже квалиметрическое прогнозирование показателей будущей пищевой продукции [10], [11] и их проектирование [11]. Наблюдаются тенденции в области разработки отечественных функциональных продуктов питания [12].

Критические контрольные точки (ККТ) в системе ХАССП формируются как управляемые этапы обеспечения безопасности пищевой продукции для устранения, предупреждения или сведения к приемлемому уровню опасностей, представляющих угрозу безопасности. Важный этап разработки и внедрения системы ХАССП — определение пределов контролируемых параметров в критических контрольных точках [13] и создание системы их мониторинга [14]. Выбранные средства и методы контроля обеспечивают априори требуемую точность измерений [15].

С другой стороны, выбор средств измерений для контроля качества — достаточно сложная техническая задача, подлежащая оптимизации, решение которой зависит от допуска на контролируемый параметр и вероятных потерь, связанных с наличием погрешности измерений [16]. Это отражается и в структуре затрат на качество [17], особенно на внутренних потерях. Порой допуски, назначенные технологом невыполнимы для качественного контроля с помощью стандартных и унифицированных, т.е. дешёвых средств измерений, которыми насыщено технологическое оборудование. нерационально установленные границы допуска определенных параметров влекут за собой необоснованные значительные затраты на приобретение измерительного оборудования. Например, для контроля температуры сушки, установленной как $(11 \pm 1) ^\circ\text{C}$, необходимо наличие платинового термометра сопротивления. В то время как рационально установленный предел $(11 \pm 2) ^\circ\text{C}$, позволяет получать достоверные результаты при использовании более доступного медного термопреобразователя.

Общая методология. Одними из сложнейших в пищевом производстве, с точки зрения контроля, являются процессы производства колбас [18]. На начальном этапе исследования, в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 22000, был проведен анализ технологического процесса производства варено-копченых колбас [19], [20] определены критические контрольные точки. Основными параметрами на всех стадиях технологического процесса производства варено-копченых колбас являются температура и влажность воздуха [21]. Контроль качества технологического процесса проводят сотрудники службы качества в соответствии со схемой контроля по утвержденным контрольным точкам [22]. В данном случае опасными факторами являются изменение температуры и влажности воздуха, так как выход этих параметров за допускаемые пределы ведет к ухудшению качества технологического процесса, и как следствие — к снижению качества готовой продукции [23]. Возможно появление значительных внешних потерь [24]. Ставится вопрос и о безопасности продукции, имеющей отклонения в процессе производства [25]. Теряется и полезность продукта с позиции функционального питания [26].

Предметом исследований является методология ХАССП применительно к производству колбас.

Объект исследований — процесс производства варено-копченых колбас с позиции обеспечения качества.

Цель исследований — использование методологии ХАССП с целью выявления критических контрольных точек и метрологический анализ качества контроля в каждой точке.

Исходя из поставленной цели, задачами исследования являются:

- ♦ выявление критических контрольных точек технологического процесса производства варено-копченых колбас;
- ♦ разработка корректирующих мероприятий, позволяющих гарантировать безопасность производимой продукции;
- ♦ разработка рекомендаций по организации и распределению ответственности за проведение корректирующих действий;
- ♦ разработка рекомендаций по метрологическому обеспечению критических контрольных точек.

Результаты исследований. Анализ производственного процесса варено-копченых колбас позволил выявить критические контрольные точки, которые нанесены на схему технологического процесса (рис. 1). Для каждой контрольной точки определены номинальные значения контролируемых параметров и их отклонения, которые взяты из технологических карт.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми системой ХАССП, для совершенствования системы мониторинга разработана форма рабочего листа ХАССП для данного технологического процесса, табл. 1.

Разработаны типовые корректирующие мероприятия, представленные в табл. 1, которые позволят своевременно и четко отреагировать на отклонения параметров сырья в процессе производства, а также не только гарантировать безопасность продукции, в случае выхода за предельные значения контролируемых параметров, но и обеспечивать потребительские свойства — цвет, вкус, запах и др.

С точки зрения метрологического обеспечения контроля такой параметр, как температура, в данном технологическом процессе имеет достаточно жесткие пределы, например температура размороженного сырья должна быть $t = (0 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$. Допуск контролируемого параметра равен $T = 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Классическое условие выбора средств измерений выглядит следующим образом [27]:

$$\pm \Delta \text{lim} \leq \pm \delta, \quad (1)$$

где Δlim — предельная погрешность средства измерений; δ — допускаемая погрешность измерений.

Необходимо назначить такие средства измерений технологических параметров, которые обеспечивали бы заданную точность допускового контроля. Допускаемая погрешность измерений δ с метрологической точки зрения должна иметь соотношение с допуском T в виде $\pm \delta = (0,1 \dots 0,3) T$. Для нашего примера $\pm \delta = \pm(0,2 \dots 0,6) \text{ }^\circ\text{C}$. Таким образом, средство измерений температуры должно иметь предельную погрешность не более $\pm \Delta \text{lim} \leq \pm 0,6 \text{ }^\circ\text{C}$. Предельная погрешность средства измерений включает в себя основную и дополнительную погрешности [28]. Погрешность, описанная в паспорте на прибор, — это основная погрешность средства измерений, которая определяется для идеальных условий измерений [29]. Дополнительная погрешность возникает от воздействия влияющих физических величин — температуры, влажности, давления, магнитных и электрических полей, загрязненности рабочей зоны, колебания напряжения источника питания и т.п. Априори принимается, что дополнительная погрешность равна основной, но может быть и больше [30]. Тогда средство измерений температуры в толще мясного размороженного сырья должно иметь погрешность измерений $\pm \Delta \leq \pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$. Иначе начнутся технологические потери качества продукции из-за неправильного принятия или забракования продукции. Этому условию будут удовлетворять достаточно дорогие и точные средства измерений температуры класса А и АА, табл. 2. Класс В брать не рекомендуется по причине отсутствия запаса на процесс старения — естественного увеличения погрешности средства измерений за счет окисления материала чувствительного элемента. По этой же причине не рекомендуется использовать медный датчик. Хотя стоимость его будет меньше платинового, но старение меди происходит быстрее, поэтому возрастут затраты на частую калибровку. По этим причинам срок службы медного датчика значительно меньше. Есть и другая составляющая вопроса — чем дольше сохраняются стабильные показания прибора, тем меньше он причинит вреда производству в виде правильно забракованной и неправильно принятой продукции.

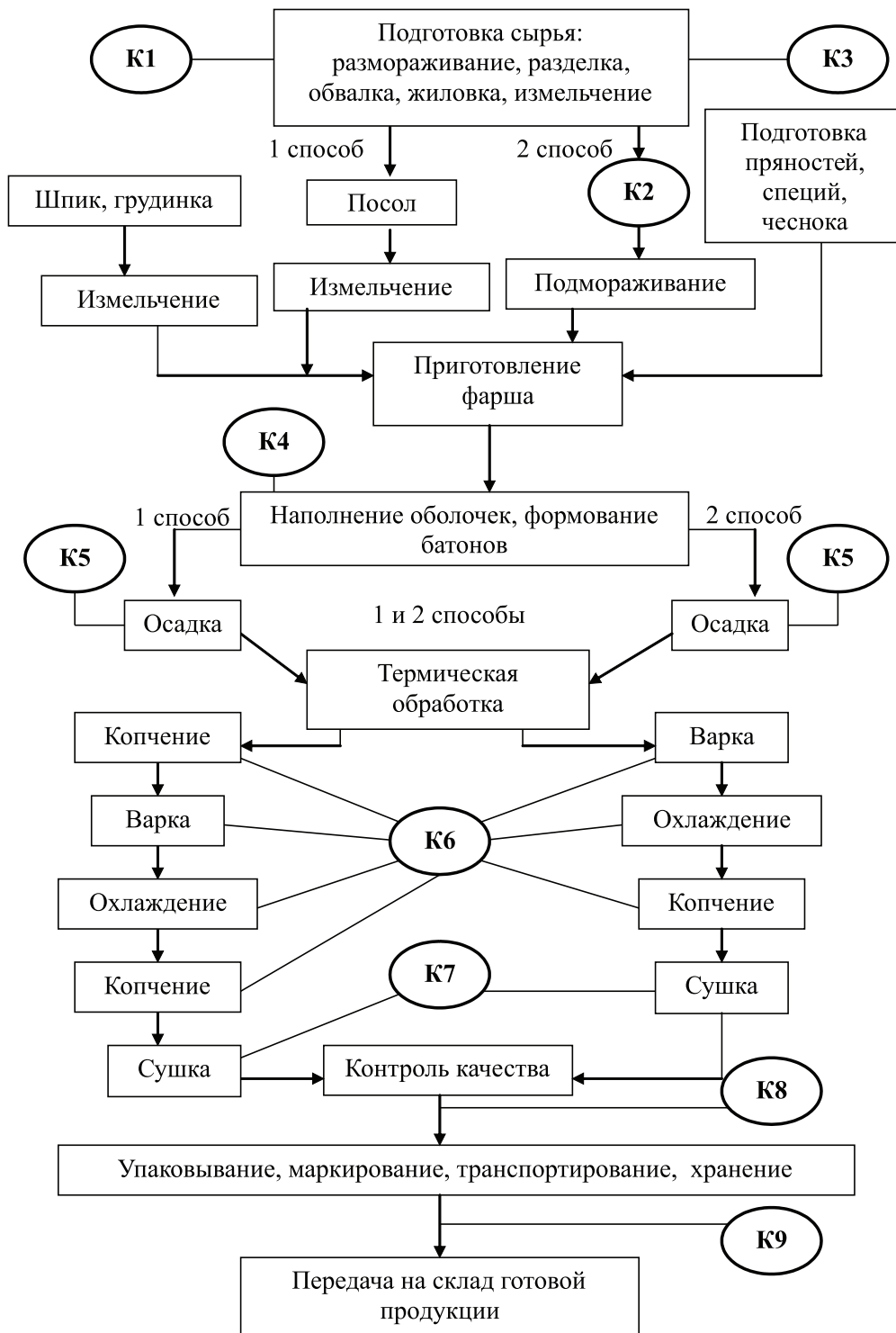


Рис. 1. Технологическая схема производства варено-копченых колбас с критическими контрольными точками

Fig. 1. Technological scheme of production of boiled-smoked sausages with critical control points

Таблица 1. Создание рабочего листа ХААСП для проведения мониторинга технологического процесса

Table1. HACCP worksheet for monitoring of technology process

Наименование операции	Номер ККТ	Контролируемый параметр	Нормативное значение	Корректирующее действие	
Подготовка сырья	К1	Температура в толще мясного сы- рья: охлажденного размороженного	$(2 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ $(0 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$	Накопление информации по фактическим причинам несоответствия, изоляция несоответствующего сырья	
Размораживание сырья	К2	Температура помещения	$(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$	Упорядочение и наладка охлаждающего оборудования	
		Относительная влажность	$(80-85) \%$		
Разделка, обвалка	К3	Температура сырья до обвалки	$< 10 \text{ }^\circ\text{C}$	Изоляция несоответствующего сырья	
		Температура сырья после жиловки	$< 15 \text{ }^\circ\text{C}$	Упорядочение и наладка охлаждающего оборудования	
		Температура помещения	$(10-12) \text{ }^\circ\text{C}$		
		Относительная влажность	$(70-75) \%$		
Измельчение, посол, приготовление фарша и наполнение оболочек	К4	Температура в камере посола	$(0-4) \text{ }^\circ\text{C}$	Разработка проекта по установке оборудования, обеспечивающего нормативные технологические режимы	
		Относительная влажность	$(80-85) \%$		
		Температура готового фарша	$(-2 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$		
		Относительная влажность	$(75-78) \%$		
Подготовка к термической обработке	К5	Температура помещения при формовке	$(10-12) \text{ }^\circ\text{C}$	Упорядочение и наладка охлаждающего оборудования	
		Температура помещения при осадке	$(6 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$		
		Температура сырья при осадке	1 способ	$(6 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$	Изоляция несоответствующего сырья, отправление на повторную переработку
			2 способ	$(3 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$	
Термическая обработка (1 и 2 способы)	К6	Температура первичного копчения	$(75 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$	Разработка проекта по установке оборудования, обеспечивающего нормативные термические режимы, провести повторное обучение с операторами	
		Температура варки	$(74 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$		
		Температура охлаждения	$< 20 \text{ }^\circ\text{C}$		
		Температура вторичного копчения	$(42 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$		
Сушка	К7	Температура сушки	$(11 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$	Упорядочение и наладка охлаждающего оборудования	
		Относительная влажность	$(76 \pm 2) \%$		
Хранение	К8	Температура помещения	$(12-15) \text{ }^\circ\text{C}$	Разработка проекта по установке оборудования, обеспечивающего нормативные термические режимы	

Таблица 2. Классы допуска и диапазоны измерений для термометров сопротивления (ТС)

Table 2. Tolerance classes and measurement ranges for resistance thermometers

Класс допуска	Допуск (предельная погрешность), $^\circ\text{C}$	Диапазон измерений, $^\circ\text{C}$			
		Платиновый ТС, ЧЭ		Медный ТС, ЧЭ	Никелевый ТС, ЧЭ
		проволочный	пленочный		
AA W 0.1 F 0.1	$\pm(0,1+0,0017 \cdot t)$	От -50 до +250	От -50 до +250	—	—
A W 0.15 F 0.15	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$	От -100 до +450	От -50 до +450	От -50 до +120	—
B W 0.3 F 0.3	$\pm(0,3+0,005 \cdot t)$	От -196 до +660	От -50 до +600	От -50 до +200	—
C W 0.6 F 0.6	$\pm(0,6+0,01 \cdot t)$	От -196 до +660	От -50 до +600	От -180 до +200	От -160 до +180

Примечание: $|t|$ — абсолютное значение контролируемой температуры, $^\circ\text{C}$, без учета знака.

С другой стороны, технологам необходимо обоснованно назначать сами допуски, может быть здесь и не требовалась бы такая точность измерений, и не нужно будет использовать платиновые термометры сопротивления, стоимость и поверка которых дороже, чем медных.

Для выполнения корректирующих действий назначаются ответственные лица. Закрепление подобной ответственности персонала в соответствии с МС ИСО серии 9000 осуществляется в форме матрицы распределения ответственности и полномочий. Форма матрицы распределения ответственности и полномочий персонала по выполнению корректирующих действий разработана и представлена в табл. 3. Здесь четко фиксируются обязанности каждого должностного лица и его ответственность с целью быстрой реакции на несоответствие продукции установленным требованиям при реализации контроля в ККТ.

Т а б л и ц а 3. Матрица распределения ответственности и полномочий персонала по выполнению корректирующих действий

Table 3. Responsibility assignment matrix for corrective actions implementation

Наименование реализуемого мероприятия	Руководитель предприятия	Начальник службы качества	Главный технолог	Главный инженер	Начальник производства	Главный метролог
Накопление информации по фактическим причинам несоответствия, анализ несоответствующего сырья	Р	О	И	Д	С	И
Упорядочение и наладка охлаждающего и технологического оборудования	Р	Д	С	О	И	И
Изоляция несоответствующего сырья и заключение о его дальнейшем использовании	Р	О	И	Д	С	И
Разработка проекта по установке оборудования, обеспечивающего нормативные термические режимы	Р	И	С	О	Д	И
Проведение повторного обучения с операторами	Р	Д	С	И	О	С
Метрологическое обеспечение операций контроля в ККТ	Р	Д	И	И	И	О

Используемые сокращения: Р — руководство работой подразделений, должностных лиц по процессу; О — ответственный исполнитель работ по процессу; С — соисполнитель, участие в реализации документированных процедур; И — предоставление информации по процессу; Д — разработка документированных процедур, организация взаимодействия подразделений при разработке и актуализации процедур по элементу.

Выводы. Проведенный анализ технологического процесса производства варено-копченых колбас позволил выявить девять контрольных точек. Для выявленных контрольных точек определены предельные значения контролируемых параметров. В случае выхода контролируемого параметра за пределы допуска разработаны корректирующие мероприятия.

С целью разработки системы мониторинга составлен рабочий лист ХААСП, применение которого позволит повысить уровень безопасности при производстве варёно-копчёных колбас.

Разработана матрица распределения ответственности и полномочий персонала для обеспечения высокого качества. Рекомендовано грамотно выбирать средства измерений для обеспечения достоверности контроля и снижения влияния погрешности измерений на результат.

Список используемых источников

1. *Леонов, О.А.* Управление качеством / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова, Ю.Г. Вергазова. — М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. — 180 с.
2. *Карпузов, В.В.* Системы качества / В.В. Карпузов. — М.: Изд-во ФГОУ ВПО МГАУ, 2009. — 340 с.
3. *Леонов, О.А.* Экономика качества, стандартизации и сертификации / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова, Н.Ж. Шкаруба. — М.: Издательство Инфра-М, 2016. — 251 с.
4. *Дунченко, Н.И.* Управление качеством в отраслях пищевой промышленности / Н.И. Дунченко, М.Д. Магомедов, А.В. Рыбин. — М., Изд-во «Дашков и К°», 2012. — 212 с.

5. *Дунченко, Н.И.* Научные и методологические подходы к управлению качеством пищевых продуктов / Н.И. Дунченко // *Техника и технология пищевых производств.* — 2012. — Т. 3. — № 26. — С. 29–33.
6. *Леонов, О.А.* Методы и средства измерений / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба. — М. : Изд-во ФГОУ ВПО МГАУ, 2014. — 256 с.
7. *Дунченко, Н.И.* Научное обоснование технологий производства и принципов управления качеством структурированных молочных продуктов : дис. док.тех.наук. М., 2003. — 560 с.
8. *Бессонова, Л.П.* Управление безопасностью в пищевой промышленности на основе системы прослеживаемости / Л.П. Бессонова, Н.И. Дунченко // *Стандарты и качество.* — 2010. — №5. — С. 82–85.
9. *Волошина, Е.С.* Управление качеством колбасных изделий с использованием процессного подхода / Е.С. Волошина, Н.И. Дунченко // *Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова.* — 2016. — № 1. — С. 76–77.
10. *Дунченко, Н.И.* Квалиметрическое прогнозирование показателей при разработке инновационных продуктов / Н.И. Дунченко, И.Н. Игонина // *Компетентность.* — 2013. — № 8 (109). — С. 38–41.
11. *Дунченко, Н.И.* Применение квалиметрического прогнозирования в АПК / Н.И. Дунченко, В.С. Янковская // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии.* — 2012. — № 5. — С. 9–17.
12. *Дунченко, Н.И.* Проектирование показателей качества новых продуктов на основе анкетирования потребителей / Н.И. Дунченко, И.Н. Игонина // *Компетентность.* — 2013. — № 2 (103). — С. 25–29.
13. *Дунченко, Н.И.* Управление безопасностью на основе системы прослеживаемости / Н.И. Дунченко, Л.П. Бессонова // *Молочная промышленность.* — 2011. — № 12. — С. 21–23.
14. *Дунченко, Н.И.* Контроль аппаратного цеха по критическим точкам / Н.И. Дунченко, С.В. Купцова, М.С. Капотова // *Молочная промышленность.* — 2002. — № 6. — С. 48–50.
15. *Леонов, О.А.* Управление качеством метрологического обеспечения предприятий / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба // *Сборник научных докладов ВИМ. Том 2.* — М. : Издательство ГНУ ВИМ. — 2012. С. 412–420.
16. *Леонов, О.А.* Метрология и технические измерения / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба. — М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. — 239 с.
17. *Темасова, Г.Н.* Методология оценки затрат на качество для предприятий / Г.Н. Темасова // *Вестник ФГОУ ВПО МГАУ.* — 2007. — № 5. С. 23–27.
18. *Грикшас, С.А.* Технология переработки продуктов убоя животных / С.А. Грикшас. — М. : РГАУ-МСХА, 2013. — 316 с.
19. *Шувариков, А.С.* Технология хранения, переработки и стандартизация продукции животноводства / А.С. Шувариков, А.А. Лисенков. — М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2008. — 606 с.
20. *Шарафутдинов Г.С.* Стандартизация, технология переработки и хранения продукции животноводства / Г.С. Шарафутдинов. — М. : Изд-во «Лань», 2016. — 288 с.
21. *Леонов, О.А.* Методы и средства измерений электрических и тепловых величин / О.А. Леонов, Н.Ж. Шкаруба. — М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. — 166 с.
22. *Шкаруба, Н.Ж.* Теоретическая метрология / Н.Ж. Шкаруба. — М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. — 132 с.
23. *Дунченко, Н.И.* Оценка результативности системы менеджмента качества на мясоперерабатывающем предприятии / Н.И. Дунченко, Е.С. Волошина // *Теория и практика переработки мяса.* — 2017. — Т. 2. — № 3. С. 21–30.
24. *Леонов, О.А.* Экономика качества / О.А. Леонов, Г.Н. Темасова. — Saarbrücken, 2015. — 305 с.
25. *Рогов, И.А.* Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов / И.А. Рогов // *Современные проблемы науки и образования.* — 2009. — № 1. — С. 34.
26. *Белкин, В.Г.* Современные тенденции в области разработки функциональных продуктов питания / В.Г. Белкин // *Масла и жиры.* — 2010. — № 7–8. — С. 20–22.

27. Карпузов, В.В. Метрология, стандартизация и сертификация / В.В.Карпузов. — М. : КолосС, 2009. — 468 с.
28. Шкаруба, Н.Ж. Метрология / Н.Ж. Шкаруба. — М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2007. — 162 с.
29. Доронина Н.П. Метрология, стандартизация и сертификация / Н.П. Доронина. — М. : Изд-во АгруС, 2017. — 64 с.
30. Макева, И.А. Метрология / И.А. Макева. — М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. — 124 с.

References

1. Leonov O.A., Temasova G.N., Vergasova U.G. Upravlenie kachestvom [*Managing quality*]. Moscow, RSAU-MTAA, 2015. 180 p.
2. Karpusov V.V. Systemi kachestva [*Quality systems*]. Moscow, FGOU VPO MGAU, 2009. 340 p.
3. Leonov O.A., Temasova G.N., Shkaruba N.ZH. Well. Economifa kachestva, standartizatia i sertifikatia [*Economics of quality, standardization and certification*]. Moscow: Infra-M Publishing House, 2016. 251 p.
4. Dunchenko N.I., Magomedov M.D., Rybin A.V. Upravlenie kachestvom v otraslah pishevoi promishlennosti [*Quality Management in the food industry*]. M., Publishing house “Dashkov and K ENU”, 2012. 212 p.
5. Dunchenko N.I. Nauchni i metodologicheskie podhodi k upravleniu kachestvom pishevih productov [*Scientific and methodological approaches to quality management of food products*] // Tehnika i tehnologia pishevih proizvodstv = Equipment and technology of food production. 2012, Vol. 3, № 26. pp. 29–33.
6. Leonov O.A., Shkaruba N.ZH. Metodi i sredstva ismereni [*Methods and means of measurement*]. M., FGOU VPO MGAU, 2014. 256 p.
7. Dunchenko N.I. Nauchnoe obosnovanie tehnologii proizvodstva i printsipov upravlenia kachestvom strukturirovannih molochnih productov. Diss. teh. nauk [*Scientific arguments of production and quality management principles for structural dairy products, Dr. tech. sciencies*]. Moscow, 2003. 560 p.
8. Bessonova L.P., Dunchenko N. Upravlenie bezopasnostiu v pishevoi promishlennosti [*Managing safety based on traceability system*]. Dairy industry. 2011. no. 12. pp. 21–23.
9. Voloshina E.S., Dunchenko N.I. Upravlenie kachestvom kolbasnih izdelii s ispolzovaniim protsessnogo podhoda, Mezhdunarodnaa nauchno-pracchicheskkaa konferentia, posvuashennaa pamiati V.M.Gorbatova [*Quality management of sausage product with the use of process approach // International scientific conference in honor of V.M.Gorbatov*], Moscow, 2016. no. 1, pp. 76–77.
10. Dunchenko N.I., Igonina I.N. Kvalimetricheskoe prognozirovanie pokazatelei pri razrabotke innovatsionnih produktov, Kompetentsia [*Qualimetric characteristics under innovative product production // Competency*]. Moscow, 2013, no. 8(109) pp. 38–41.
11. Dunchenko N.I. Yankovska V.S. Primenenie kvalimetricheskogo prognozirovania v APK [*Qualimetric forecasting effort in Agrobusiness*] // RSAU-MTAA, Moscow, 2012. no. 5 pp. 9–17.
12. Dunchenko N.I., Igonina I.N. Proektirovanie pokazatelei kachestva novih productov na osnove anketirovania potrebitelei, Kompetentsia [*Quality indicators designing of new products with the use of questionnaire for consumers // Competency*]. Moscow, 2013. no. 2(103), pp. 25–29.
13. Dunchenko, N.I. Bessonova L.P. Upravlenie bezopasnostiu na osnove sistemi proslejiavaemosti [*Safety management in terms of product traceability*] Molochnaa promishlennost=Dairy industry, 2011. no. 12. pp. 21–23.
14. Dunchenko N.I., Kuptsova S.V., Kapotova M.S. Kontrol apparatnogo ceha po kriticheskim tochkam [*Control hardware workshop on critical points*] // Molochnaa promishlennost=Dairy industry. 2002. no. 6. pp. 48–50.
15. Leonov O.A., Shkaruba N.ZH. Upravlenie kachestvom metrologicheskogo obespechenia predpriatii [GNU VIM «*Quality management of metrological support of enterprises*»] // 2012 Vol. 2, pp. 412–420.
16. Leonov O.A., Shkaruba N.ZH. Metrologia i tehnologicheskije izmerenia [*Metrology and technical measurements*]. Moscow, RSAU-MTAA, 2015. 239 p.
17. Temasova G.N. Motodologia otsenki zatrat na kachestvo predpriatii [*Methodology of an estimation of quality costs for the enterprises*] // Vestnik FGOU VPO MGAU. 2007. no. 5. pp. 23–27.
18. Griksas S.A. Tehnologia pererabotki productov uboia jivotnih [*Processing technologies of killing products*], Moscow, RSAU-MTAA, 2013. 316 p.

19. Shuvarikov A.S. Lisenkov A.A. Tehnologija hranenja, pererabotki i standartizacija productii jivotnovodstva [*Storage technique, processing and standardisation of animal production*], Moscow, RSAU-MTAA, 2008. 606 p.
20. Sharafutdinov G.S. Standartizacija, tehnologija pererabotki i hranenja productsii jivotnovodstva [*Standardization, processing and storing of animal production*], Moscow, «Lan», 2016. 288 p.
21. Leonov O. A., Shkaruba N.ZH. Metodi i sredstva izmerenij elektricheskih i teplovih velichin [*Methods and means of measuring electrical and thermal quantities*]. M. : RSAU-MTAA, 2015. 166 p.
22. Shkaruba N.ZH. Teoreticheskaa mertrologija [*Theoretical Metrology*]. Moscow: RSAU-MTAA, 2016. 132 p.
23. Dunchenko N.I. Voloshina E.S. Otsenka rezultativnosti sistemi menedzementa kachestva na miasopererabativaushim predpriatij [*Quality management assessment at meat works*] // Teoria i praftika pererabotki miasa=Theory and practice of meat processing. Moscow, 2017. Vol. 2. no. 3 pp. 21–30.
24. Leonov O.A., Tumasova G.N. Ekonomika kachestva [*Quality economy*]. Saarbrucken, 2015. 305 p.
25. Rogov I.A. Bezopasnost prodovolstvennogo siria i pishevih productov [*Safety of food raw materials and food products*] // Sovremennij problem nauki i obrazovania=Modern problems of science and education, 2009. no. 1. 34 p.
26. Belkin V.G. Sovremennie tendencii v oblasti razrabotki funktsionalnih productov pitania [*Present-day trends of functional products processing*]// Masla i jiry=Oil and fats, 2010. no. 7–8. pp. 20–22.
27. Karpusov, V.V. Metrologija, standartizacija i sertifikacija [*Metrology, standardization and certification*]. Moscow. : KolosS, 2009. 468 p.
28. Shkaruba N.ZH. Motrologija [*Metrology*]. Moscow. MGAU, 2007. 162 p.
29. Doronina N.P. Metrologija, standartizatsia i sertifikatsia [*Metrology, standardization and certification*]. Moscow. AgruS, 2017, 64 p.
30. Makeeva I.A. Metrologija [*Metrology*] Moscow, RSAU-MTAA, 2016. 124 p.

Информация об авторах

Леонов Олег Альбертович — доктор технических наук, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством Российского государственного аграрного университета — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 58, тел.: (926) 012-25-11). E-mail: oaleonov@ya.ru).

Шкаруба Нина Жоровна — кандидат технических наук, профессор кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством Российского государственного аграрного университета — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 58; тел.: +7(499) 976-44-74; 8-10-7-916-606-23-59). E-mail: nina_sh@mail.ru).

Information about authors

Leonov Oleg A. — DSc (Eng) Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 58; Tel. +7(926)012-25-11). E-mail: oaleonov@ya.ru

Shkaruba Nina G. — PhD (Eng) Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 58; Tel. +7(499)976-44-74). E-mail: nina_sh@mail.ru

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 изложены результаты исследований влияния 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 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) are studied. 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, pasteurization mode has a greater impact than the mode of thickening and drying. In the manufacture of fermented dairy products that do not provide 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 the separation of whey (cottage cheese) in the production process, it will be preferable to use dry dairy products with a lower class of heat treatment as the basis.

Keywords: dry dairy products, recovered milk products, 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 для обеспечения бесперебойного производства молочной продукции на молокоперерабатывающих предприятиях ряда стран, в том числе потенциальных эк-

спортсменов 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 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**
T a b l e 1. **Name of the studied samples of dry milk base**

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» с использованием стандартных методов.

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_{до ден.}, СБ_{после ден.} — массовая доля сывороточных белков (неказеинового азота в пересчете на белок) до и после денатурирующего (теплого) воздействия соответственно, %; ОБ_{до ден.}, ОБ_{после ден.} — массовая доля общего белка до и после денатурирующего (теплого) 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 4 образцов сухой молочной основы, предназначенной для изготовления ферментированных молочных продуктов (табл. 1). Изучены показатели качества молока-сырья (молока цельного) непастеризованного, молока цельного пастеризованного при низкой температуре пасте-

ризации (65 ± 2 °C с выдержкой 30 мин), молока цельного пастеризованного при высокой температуре пастеризации (90 ± 2 °C с выдержкой 10 с). Молоко, подвергнутое пастеризации, гомогенизировали и сгущали на вакуум-выпарном аппарате с принудительной циркуляцией продукта при температуре 60 °C, а затем сушили на установке распылительного типа при низкой температуре процесса (170 °C на входе, 70 °C на выходе) и при высокой температуре процесса (210 °C на входе, 90 °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 воздействия на молоко [3].

Таблица 2. Физико-химические показатели исходного молока-сырья
Table 2. Physico-chemical characteristics of the source milk 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 сыря
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 влияет 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 % и 62,6 % соответственно.

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 аппаратного 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.

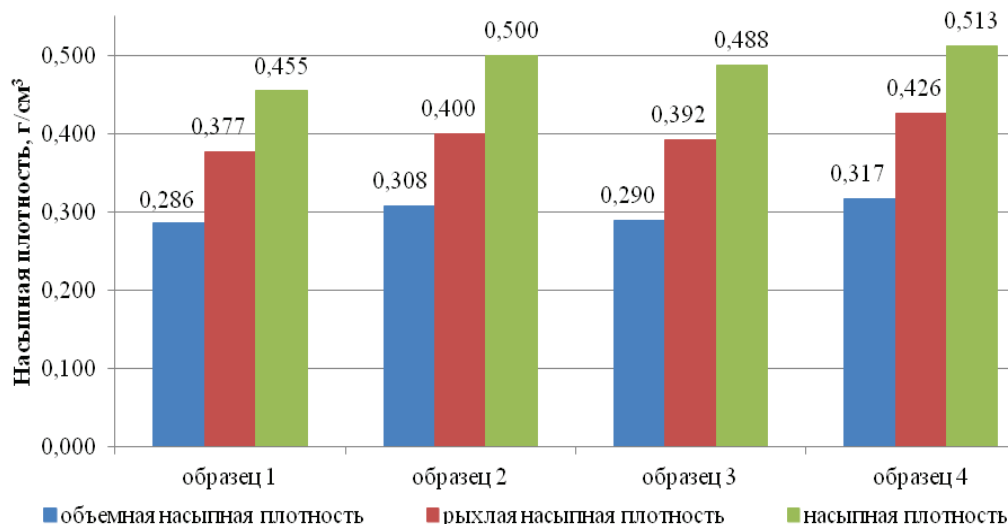


Рис. 1. Насыпная плотность образцов сухой молочной основы, предназначенной для изготовления ферментированных молочных продуктов

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/см³ было у образца 1, полученного с использованием низкой температуры пастеризации и низкой температуры сушки, а наибольшее значение насыпной плотности 0,513 г/см³ — 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 на термообработку восстановленного молока оказывает присутствие воздуха. 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 ± 2 °С свободного жира.

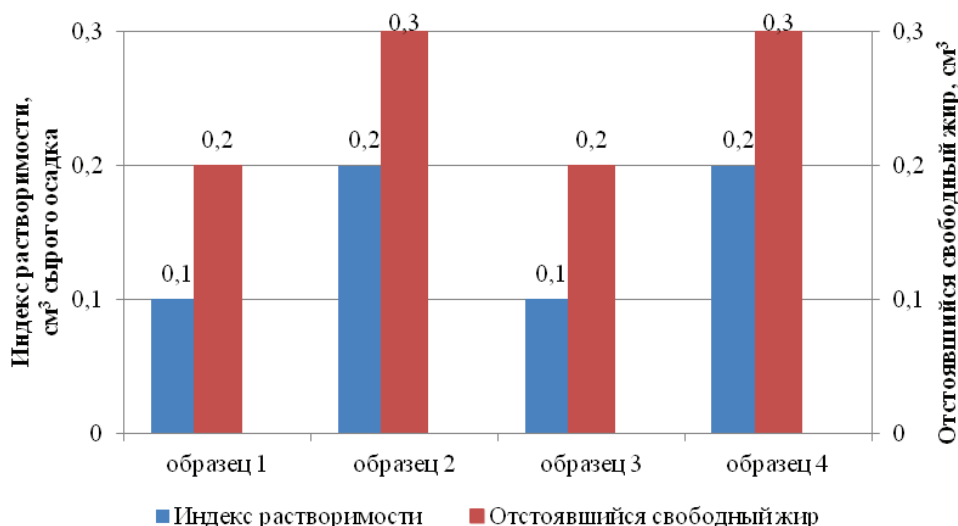


Рис. 2. Индекс растворимости и количество отстоявшегося свободного жира в восстановленных молочных основах, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов

Fig. 2. Index of solubility and amount of pop up free fat in the restored dairy bases 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.

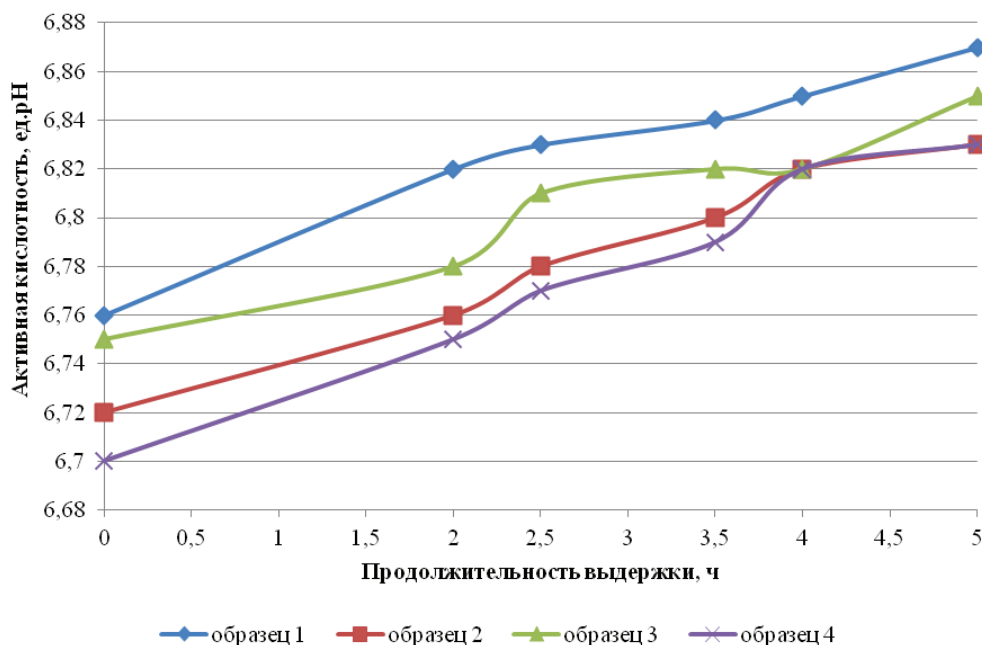


Рис. 3. Изменение активной кислотности в процессе восстановления сухих молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов

Fig. 3. Change of active acidity in the recovery process of dry milk bases intended for the manufacture of fermented dairy products

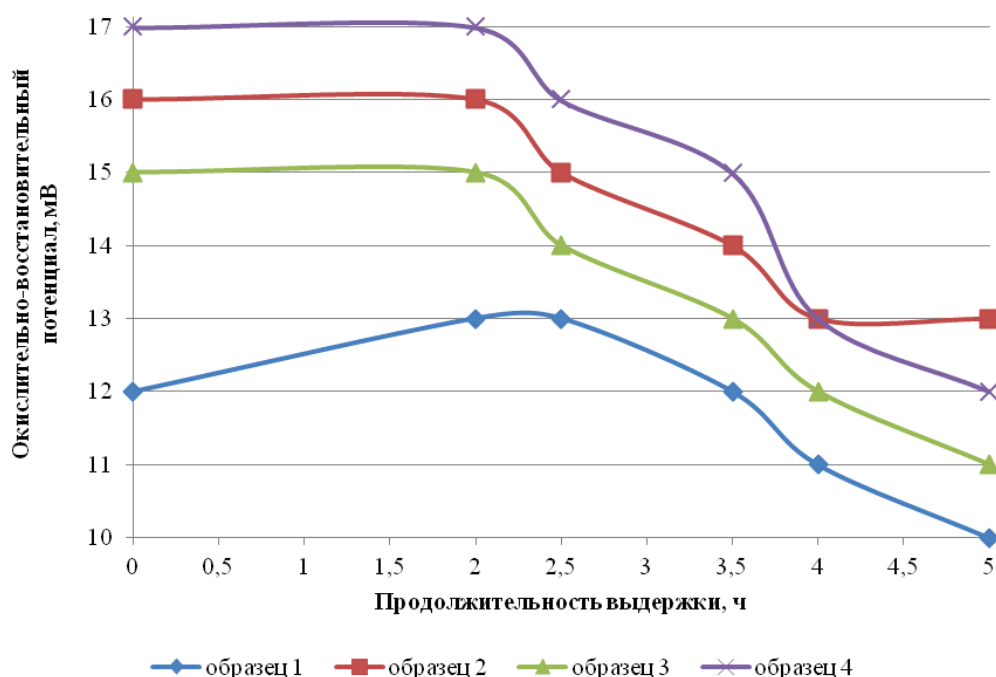


Рис. 4. Изменение окислительно-восстановительного потенциала в процессе восстановления сухих молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов
 Fig. 4. Change of redox potential in the recovery process of dry milk bases intended for the manufacture of fermented dairy 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 молочно-кислых бактерий и протекание биохимических процессов (распад белков, аминокислот, жира, накопление ароматического вещества диацетила и др.), что, несомненно, важно при производстве ферментированных молочных продуктов. Возникновение в молоке и молочных продуктах таких пороков, как окисленный, металлический и салитый 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 макропоры 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.

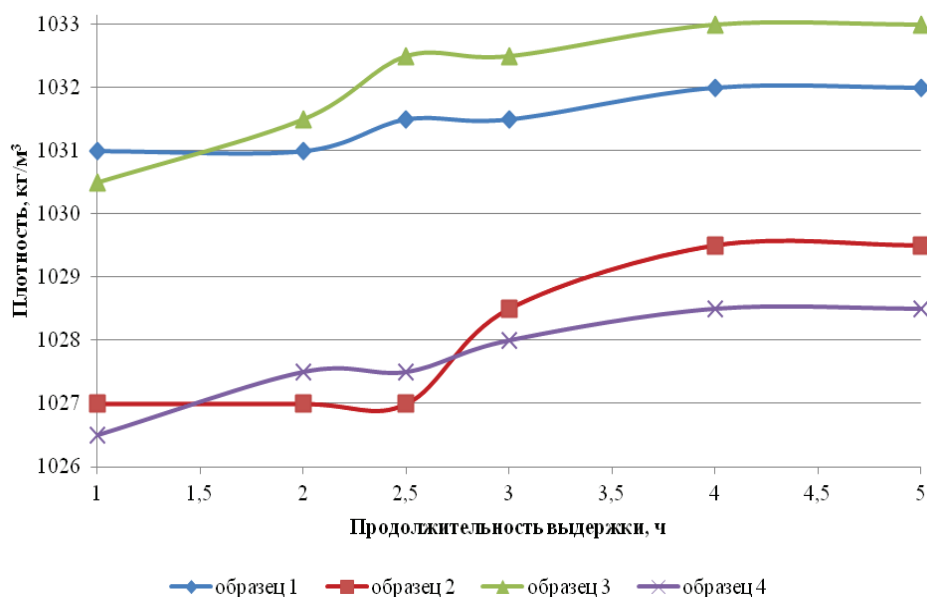


Рис. 5. Изменение плотности в процессе восстановления сухих молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов
 Fig. 5. Change of the density in the recovery process of dry milk bases intended for the manufacture of fermented dairy products

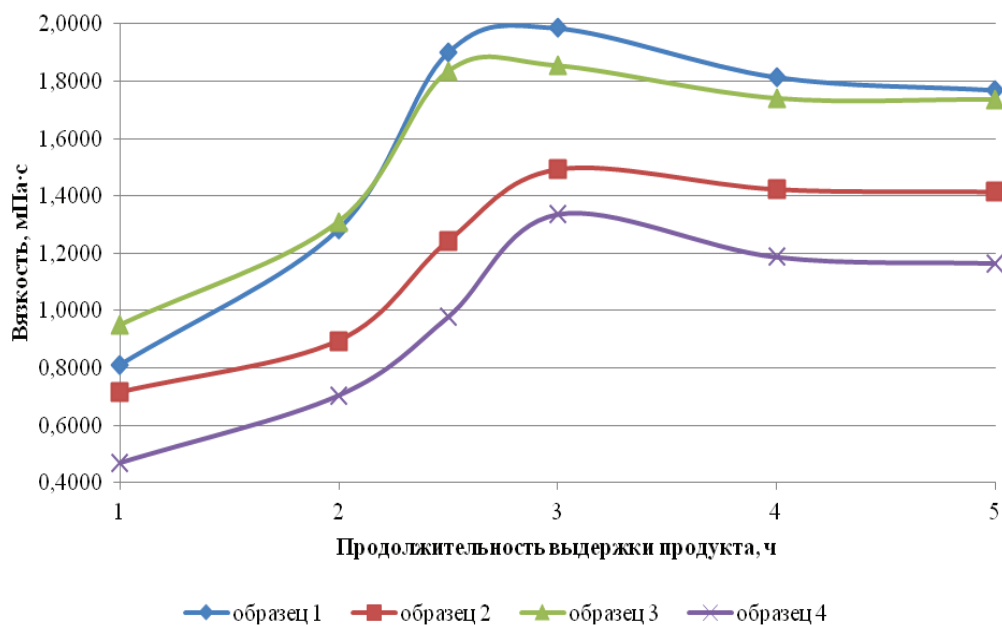


Рис. 6. Изменение вязкости в процессе восстановления сухих молочных основ, предназначенных для изготовления ферментированных молочных продуктов
 Fig. 6. Change of the viscosity in the recovery process of dry milk bases intended for the manufacture of fermented dairy products

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.

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 и 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 отстоявшийся 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 необходимо учитывать при их производстве качество исходного сырья и строго соблюдать все технологические режимы изготовления ферментированных молочных продуктов на их основе.

Таким образом, при использовании в качестве сырья для изготовления ферментированных молочных продуктов сухой молочной основы, необходимо учитывать влияние режимов тепловой обработки при ее производстве на свойства и показатели сухого продукта. Важным является класс термообработки, свидетельствующий о денатурации сывороточных белков, прошедшей в процессе производства сухой молочной основы. 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, например йогурта, приемлимым является использование сухой молочной основы с более высокой температурной обработкой. Для ферментированных молочных продуктов, предусматривающих в процессе производства отделение сыворотки (например, творог), предпочтительно использовать в качестве основы сухие молочные продукты 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 наличии в них воздушной фракции. Так, наименьшее значение насыпной плотности 0,455 г/см³ было у образца, полученного с использованием низкой температуры пастеризации и низкой температуры сушки, а наибольшее значение насыпной плотности 0,513 г/см³ — 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 влияет на качество изготавливаемых из них молочных продуктов и при этом способствует повышению их выхода, снижению потери ценных компонентов с сывороткой.

Список использованных источников

1. *Дымар, О.В.* Научно-технические аспекты повышения эффективности переработки молочных ресурсов / О.В. Дымар. — Минск : Колорград, 2015. — 245 с.
2. *Щедушнов, Д.Е.* Технология получения сухого белкового концентрата на основе ультрафильтрации обезжиренного молока / Д. Е. Щедушнов, Е.А. Фетисов, В.Д. Харитонов. — М. : АгроНИИТЭИмясомолпром, 1988. — 59 с. — (Обзорная информация / Науч.-исслед. 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 : Госком.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. — 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. — 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

Сороко Олег Леонидович — кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией оборудования и технологий молочно-консервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» (пр-т Партизанский, 172, 220075, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: 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

Сokolovskaya Людмила Николаевна — 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: sokolovskaya_LN@tut.by

Забело Татьяна Николаевна — 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: list.zabelo@tut.by

Information about authors

Miklikh Inna Viktorovna — candidate of technical Sciences, senior researcher of the laboratory equipment and technologies of milk cannery production of RUE «Institute of meat and dairy industry» (PR-t Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: inmiklukh@mail.ru

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

Efimova Elena — candidate of technical Sciences, head of the laboratory of technologies of whole milk products and concentrates, RUE «Institute of meat and dairy industry» (PR-t Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: overie@mail.ru

Sokolovskaya Lyudmila Nikolaevna — senior researcher of the laboratory of equipment and technologies of milk cannery production RUE «Institute of meat and dairy industry» (PR-t Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sokolovskaya_LN@tut.by

Zabelo Tatyana Nikolaevna — the researcher of laboratory of the equipment and technologies of milk cannery production of RUE «Institute of meat and dairy industry» (PR-t Partizansky, 172, 220075, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: list.zabelo@tut.by

УДК 546.74:543.42

Поступила в редакцию 15.02.2018
Received 15.02.2018**И.М. Почицкая, Е.С. Александровская, О.В. Чекун***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
г. Минск, Республика Беларусь***ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИКЕЛЯ МЕТОДОМ
АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ
С ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ АТОМИЗАЦИЕЙ**

Аннотация: Никель является биогенным, условно эссенциальным элементом, который присутствует во всех продуктах питания в низких концентрациях. Суточная потребность в никеле составляет 35–60 мкг. Избыточное потребление никеля приводит к отрицательным для здоровья последствиям. Контроль содержания никеля в пищевых продуктах осуществляют фотометрическим, гравиметрическим и атомно-абсорбционным методами. В статье разработан метод определения никеля в продуктах питания на основе атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. Оптимизирована температурно-временная программа работы графитового атомизатора для определения никеля. Подтверждена правильность получаемых результатов на примере эталонного образца состава лобстера.

Ключевые слова: никель, атомно-абсорбционная спектроскопия, электротермическая атомизация, графитовый атомизатор

I.M. Pochitskaya, E.S. Aleksandrovskaya, O.V. Chekun*RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus***PECULIARITIES OF NICKEL DETERMINATION
BY THE METHOD OF ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY WITH
ELECTROTHERMIC ATOMIZATION**

Abstract: Nickel is a biogenic, conditionally essential element that is present in all foods in low concentrations. The daily requirement for nickel is 35–60 µg. Excessive consumption of nickel leads to negative health consequences. Control of the content of nickel in food products is carried out by photometric, gravimetric and atomic absorption methods. A method for the determination of nickel in food products based on atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization is presented in the article. The temperature-time program of the graphite atomizer for the determination of nickel has been optimized. The correctness of the results obtained is confirmed by the example of a standard sample of lobster composition.

Keywords: nickel, atomic absorption spectrometry, electrothermal atomization, graphite atomizer

Введение. В низких концентрациях никель присутствует практически во всех продуктах питания. Это биогенный, условно эссенциальный элемент, который входит в состав тканей животных и растений. В организме человека никель участвует в окислительно-восстановительных процессах, обеспечивая клетки тканей кислородом. При большой кровопотере данный элемент применяют в виде инъекций для стимуляции кроветворения. Также никель отвечает за сохранность структуры клеточной мембраны в нормальном состоянии. Суточная потребность в никеле составляет 35–60 мкг [1]. В сутки человек получает около 100 мкг никеля, таким образом, полностью покрывается необходимость в данном микроэлементе. В то же время избыточное потребление никеля приводит к нарушениям со стороны сердечно-сосудистой, нервной и пищеварительной систем, а также изменению в кроветворении, углеводном и азотистом обменах [2]. Никель является активным аллергеном и способен вызвать экзему и дерматит.

Никель был открыт в 1751 г., однако его польза была обнаружена только в 70-х годах 20 века. Как оказалось, данный элемент необходим организму в очень малых количествах. Его пользу долго

не признавали из-за высокой токсичности никеля, которая может приносить серьезные побочные эффекты для здоровья человека. Как правило, человек получает достаточное количество никеля с продуктами питания [3]. К продуктам питания с самой высокой концентрацией никеля относят бобовые, орехи, овсянка. Суточная потребность в никеле — 100–300 мкг [4].

До четверти количества никеля от суточной нормы поступает с водопроводной жесткой водой, которая обогащается данным элементом от водопроводных труб. Также основными источниками поступления никеля в организм являются какао-порошок и горький шоколад, из-за частого контакта сырья с машинами из нержавеющей стали [5].

В пищевой промышленности никель применяется в качестве катализатора для гидрогенизации жидких жиров при производстве маргарина. Данная реакция протекает под давлением и в присутствии мелко раздробленного никеля в качестве катализатора [6].

Стоит отметить, что избыток никеля встречается чаще, чем недостаток. Избыток никеля в бытовых условиях можно получить в результате использования некачественной посуды и зубных протезов, в состав которых входит данный минерал. Кроме того, данный микроэлемент присутствует в табаке, поэтому люди с подобной вредной привычкой находятся в зоне риска. Дефицит таких элементов как кальций, магний и железо увеличивает абсорбцию металла [7].

Существует несколько методов определения никеля: фотометрический, гравиметрический и атомно-абсорбционный. Фотометрический метод основан на образовании комплексного соединения красного цвета с диметилглиоксимом в аммиачной среде и измерении оптической плотности окрашенного раствора. Такой метод применяют при концентрации никеля 0,01–0,5 %.

Гравиметрический метод основан на осаждении никеля в концентрации 0,1–0,5 % диметилглиоксимом в аммиачной среде в присутствии винной кислоты для связывания железа и взвешивании полученного осадка в виде закиси никеля или диметилглиоксимата никеля [8].

Атомно-абсорбционный метод основан на измерении степени поглощения резонансного излучения свободными атомами никеля, образующимися при введении анализируемого раствора в пламя ацетилен-воздух. Такой метод определения никеля является наименее времязатратным по сравнению с описанными выше методами [9].

Также никель можно определять атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией. С его помощью можно определить большое количество металлов, при условии тщательно оптимизированной температурно-временной программы и химического модификатора для конкретных элементов. Такой метод позволяет определить данный элемент в более низких концентрациях.

Однако при анализе сложных матриц может появляться неспецифическое фоновое поглощение, которое устраняют путем применения корректора фонового поглощения: дейтериевого корректора или эффекта Зеемана [10].

В настоящее время содержание никеля в продуктах питания определяют методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией. При этом пробоподготовку проводят методом кислотной экстракции, которая предусматривает большую навеску образца, не менее 25 г [11]. Такой метод является достаточно трудоемким и время затратным и требует повышенного внимания работника.

В современной лабораторной практике при подготовке проб к анализу методом атомной абсорбции наибольшее развитие получило мокрое озоление проб при помощи СВЧ-поля под давлением (СВЧ-минерализация под давлением). Метод микроволновой автоклавной минерализации основан на полной минерализации пробы азотной кислотой в герметично замкнутом объеме аналитического автоклава при воздействии повышенной температуры и давления [12].

В требованиях к продовольственному сырью и пищевым продуктам содержание никеля нормируется в маслах (жирах) гидрогенизированных рафинированных дезодорированных и продуктах, содержащих гидрогенизированные масла и жиры в количестве не более 0,7 мг/кг [13].

Целью данной работы является разработка метода определения никеля в продуктах питания с использованием атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией для увеличения чувствительности метода и для уменьшения общего времени пробоподготовки и анализа.

Оборудование и объекты исследования

Для проведения исследований использовали атомно-абсорбционный спектрометр ZENit 700 с зеемановской коррекцией неселективного фонового поглощения фирмы Analytix Jena (Германия).

Для пробоподготовки образцов использовали способ микроволновой кислотной минерализации при повышенном давлении с помощью системы микроволновой кислотной минерализации MARS Xpress, компании СЕМ (США).

Стандартные растворы готовили из ГСО водного раствора никеля (ГСО 7785-2000). В качестве фона использовали 1 %-ный раствор азотной кислоты.

Для оценки правильности разработанного метода использовали стандартный образец состава LUTS-1 — эталонный образец необезжиренного гепатопанкреаса лобстера производства Национального научно-исследовательского совета Канады с аттестованным значением никеля — 0,200 мг/кг. Массовая доля жира в образце — 55 %.

Результаты и их обсуждение

При разработке метода определения никеля в продуктах питания использовались основные принципы концепции температурно-стабилизированной печи с платформой, предложенной У. Славиным, а именно: зеемановская коррекция фонового поглощения, использование графитовых атомизаторов с пиропокрытием и оптимизация температурно-временной программы нагрева графитового атомизатора [14]. Для определения никеля использовали атомизатор без платформы, поскольку из-за высокой температуры атомизации при использовании атомизатора с платформой необходимо повышать температуры стадий температурно-временной программы на 100–200 °С [15].

Основной сложностью при анализе продуктов питания с высоким содержанием жира является пробоподготовка, так как она вносит большой вклад в формирование аналитического сигнала и фоновых помех.

Пробоподготовка проводилась способом микроволновой кислотной минерализации при повышенном давлении, что позволило провести минерализацию образца без потери аналита с меньшими затратами времени и сократив массу образца до 0,5–1,0 г. После минерализации полученный раствор количественно переносили в термостойкий стакан и на плитке удаляли избыток кислоты до 0,5–1,5 мл. После охлаждения раствор количественно переносили в мерную колбу вместимостью 10 мл и доводили до метки деионизованной водой.

Для правильной работы спектрометра были оптимизированы следующие условия работы спектрометра: аналитическая линия — 232,0 нм, ширина щели — 0,2 нм, ток лампы — 6,5 мА, время интегрирования сигнала — 3,5 с.

Поскольку никель является трудноатомизируемым элементом, применение метода химической модификации оказалось не оправдано. Применение модификатора привело к незначительному выигрышу в чувствительности, причем рекомендуемый в литературе модификатор — нитрат палладия — оказался загрязнен определяемым элементом [16].

Ключевым этапом разработки метода является оптимизация температурно-временной программы. Температурно-временная программа обычно состоит из четырех основных этапов: высушивание пробы, пиролиз (удаление мешающих компонентов матрицы), атомизация (перевод определяемого элемента в атомный пар) и очистка. Каждому этапу соответствует своя определяемая температура и длительность стадии [17].

Наиболее трудоемкими для оптимизации являются стадии пиролиза и атомизации. Стадия пиролиза является очень важной составной частью температурно-временной программы нагрева пробы, поскольку она во многом определяет правильность результатов анализа и степень устранения термохимических и неселективных спектральных помех на последующей стадии атомизации. Также, при удалении матрицы на стадии пиролиза снижаются возможные химические влияния на стадии атомизации. На стадии атомизации за счет высокотемпературного нагрева происходит перевод определяемого элемента из конденсированного состояния остатка пробы (после стадии пиролиза) в газовую фазу. Таким образом, оптимальной температурой стадии атомизации является минимальная температура, которая обеспечивает максимальный сигнал. Выбор оптимальной температурной программы позволяет уменьшить неселективную абсорбцию до величины, которую удастся точно скомпенсировать корректором фонового поглощения [18].

В ходе эксперимента была изучена зависимость аналитического сигнала никеля от температуры стадии пиролиза. Также была выбрана максимальная температура стадии атомизации, которая обеспечивает определение элемента без потерь с минимальным стандартным отклонением. Для стадии пиролиза диапазон температур составил 1000–1700 °С, с шагом 100 °С, а для стадии атомизации — 2000–2800 °С, с шагом 200 °С. Зависимость сигнала аналита от температуры пиролиза при введении в атомизатор стандартного раствора никеля с концентрацией 10 мкг/дм³ с пошаговым изменением температуры представлена на рис. 1.

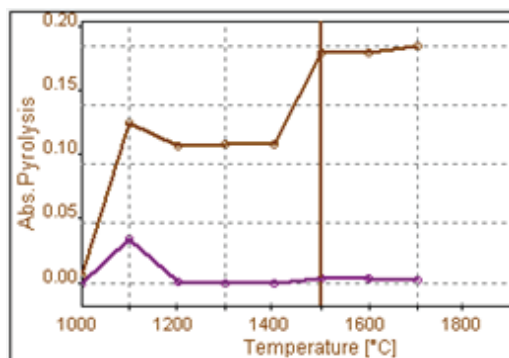


Рис. 1. Оптимизация стадии пиролиза при определении никеля
Fig. 1. Optimization of the pyrolysis stage in the determination of nickel

Основные параметры температурно-временной программы после оптимизации оказались следующими: максимальная температура пиролиза — 1500 °С, температура атомизации — 2850 °С. Объем вносимого образца составил 10 мкл. Конечная температурно-временная программа представлена в табл. 2.

Таблица 1. Оптимальные параметры температурно-временной программы при определении никеля в продуктах питания

Table 1. Optimal parameters of the temperature-time program for the determination of nickel in food

Стадия	Температура, °С	Продолжительность стадии, с
Сушка	90-121	40
Пиролиз 1	1000	40
Пиролиз 2	1500	30
Атомизация	2850	6
Очистка	2910	5

Для проверки качества оптимизации температурно-временной программы построили график зависимости абсорбции от концентрации никеля в растворе. Для этого использовали пять калибровочных растворов с известной концентрацией никеля 0; 2,0; 4,0; 7,0; 10,0 мкг/дм³.

На рис. 2 представлен график зависимости сигнала абсорбции от концентрации аналита. Полученная зависимость является нелинейной, и подчиняется уравнению второго порядка: $y = ax^2 + bx + c$. Коэффициент достоверности полученного графика составляет 0,991, характеристическая концентрация — 0,310.

Предел обнаружения DL и предел определения DML никеля устанавливался путем одиннадцатикратного измерения абсорбции холостой пробы и рассчитывался по следующим формулам:

$$DL = 3 \cdot SD / \text{Slope}$$

$$DML = 10 \cdot SD / \text{Slope},$$

где SD — величина абсолютного стандартного отклонения; Slope — наклон калибровочной кривой.

Предел обнаружения составил 0,0069 мкг/дм³, предел определения — 0,0231 мкг/дм³.

Правильность созданного метода была опробована на образце состава LUTS-1 — эталонного образца необезжиренного гепатопанкреаса лобстера с аттестованным значением никеля — 0,200 мг/кг и содержанием жира 55 %. Была проведена серия из десяти измерений, среднее значение содержания никеля в которой составило 0,181 мг/кг со стандартным отклонением 0,020.

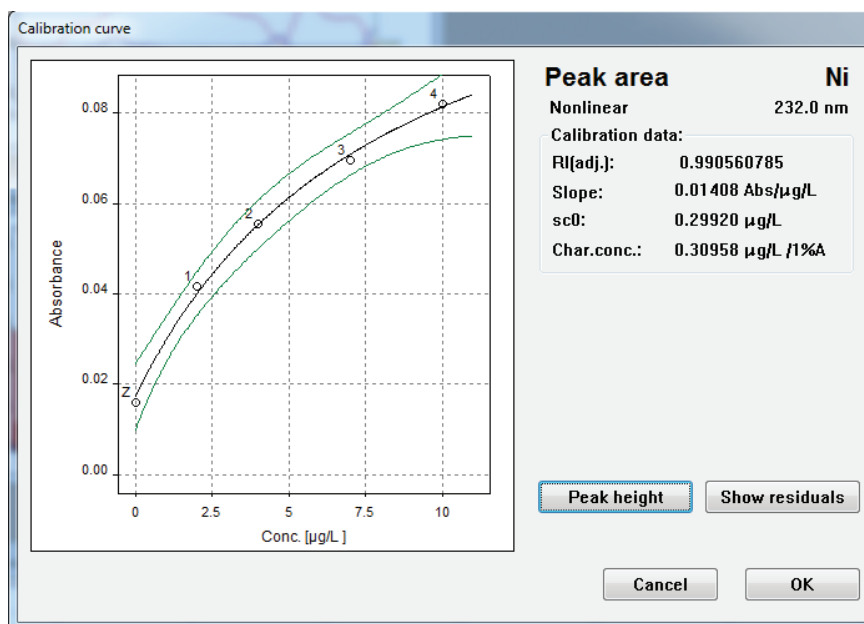


Рис. 2. Зависимость сигнала абсорбции от концентрации никеля (расчет по площади пика)
 Fig. 2. Dependence of the absorption signal on the nickel concentration (peak area calculation)

Данный метод использовался для определения никеля в жирах гидрогенизированных и в продуктах их переработки. В данных продуктах превышения содержания никеля не было обнаружено.

Выводы. Определение никеля в жировых продуктах питания является достаточно трудоемким процессом. Для увеличения чувствительности и уменьшения времени анализа был разработан метод определения никеля в продуктах питания на основе атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. Также была оптимизирована температурно-временная программа для определения никеля. Правильность получаемых результатов доказана применением эталонного образца состава лобстера с массовым содержанием жира 55 %. Стандартное отклонение результатов испытаний составило 0,020 мг/кг. Разработанный метод целесообразно использовать для оценки содержания никеля в продуктах питания.

Список используемых источников

1. Скальный, А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков — М. : Мир, 2003. — 272 с.
2. Оберлис, Д. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А.В. Скальный под ред. А.В. Скального // СПб. — 2008. — 544 с.
3. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова // АМН СССР. — М. : Медицина, 1991. — С. 305-310.
4. Скурихин, И.М. Все о пище с точки зрения химика: Справочное издание / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев — М. : Высшая школа, 1991. — 71 с.
5. Токсикологическая химия / под ред. проф. Т.В. Плетеневой. — М.: Издательская группа «ГЕОТАР-Медиа», 2008. — 512 с.
6. Пароян, В.Х. Технология жиров и жирозаменителей. / В.Х. Пароян. — М.: ДеЛи принт, 2006. — С. 348–426.
7. Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов / под. ред. Н.И. Калетиной. — М. : Издательская группа «ГЕОТАР-Медиа», 2008. — 1016 с.
8. Пешкова, В.М. Аналитическая химия никеля / В.М. Пешкова, В.М. Савостина. — М. : Наука, 1972. — С. 70–75.
9. МУК 4.1.777-99 Определение содержания цинка, никеля, меди и хрома в крови методом атомной абсорбции. Методические указания.

10. *Алесковский, В.Б.* Физико-химические методы анализа. Практическое руководство: Учеб. пособие для вузов / В.Б. Алесковский, В.В. Бардин, М.И. Булатов и др.; Под ред. В.Б. Алесковского — Л.: Химия. — 1988. — 154 с.
11. Инструкция 4.1.10-15-51-2005 «Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов в продовольственном сырье и пищевых продуктах».
12. *Кингстон, Г.М.* Пробоподготовка в микроволновых печах. Теория и практика. Пер. с англ./ Г.М. Кингстон, Л.Б. Джесси (Ред.) — 1991. — 336 с.
13. Санитарные нормы и правила «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам». Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов» № 52 от 21 июня 2013 г. утвержденные Министерством Здравоохранения Республики Беларусь.
14. *Славин, У.* Атомно-абсорбционная спектроскопия. / У. Славин. — Л. : Химия, 1971 — 269 с.
15. *Пупышев, А.А.* Атомно-абсорбционный спектральный анализ / А.А. Пупышев. — Москва : Техносфера, 2009. — 784 с.
16. *Волынский, А.Б.* Химические модификаторы на основе соединений платиновых металлов в электротермической атомно-абсорбционной спектрометрии / А.Б. Волынский // Журн. аналит. химии. — 2004. — Т. 59. — № 6. — С. 566–586.
17. *Ермаченко, Л.А.* Атомно-абсорбционный анализ с графитовой печью / Л.А. Ермаченко — М. : ПАИМС, 1999. — 219 с.
18. *Соловьев, Н.Д.* Определение микроэлементов в биологических жидкостях методом ААС-ЭТА с зеемановской коррекцией фона. / Н.Д. Соловьев, Н.Б. Иваненко, А.А. Иваненко, В.А. Кашуро // Вестник ОГУ № 15(134) — 2011. — С. 127–130.

References

1. Skalny I.A., Rudakov I.A. Bioelements in medicine. Moscow, Mir, 2003. 272 p.
2. Oberlis D., Harland B., Skalnyi A., Skalnogo A.V. Biological role of macro- and microelements in humans and animals. St. Petersburg, 2008. 544 p.
3. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. Microelementoses of man: etiology, classification, organopathology. AMN USSR, M., Medicine. 1991. pp. 305–310.
4. Skurikhin I.M., Nechaev A. All about food from the point of view of a chemist. M., Higher School, 1991. 71 p.
5. Pleteneva T.V. Toxicological chemistry. M., Publishing group «GEOTAR-Media», 2008. 512 p.
6. Paroyan V.H. Technology of fats and fat substitutes. Moscow, DeLi print, 2006. pp. 348–426.
7. Kaletina N.I. Toxicological chemistry. Metabolism and the analysis of toxicants. M., GEOTAR-Media Publishing Group, 2008. 1016 p.
8. Peshkova V.M., Savostina V.M. Analytical chemistry of nickel. M., 1972. pp. 70–75.
9. MUK 4.1.777-99 Determination of the content of zinc, nickel, copper and chromium in the blood by atomic absorption. Methodical instructions.
10. Aleskovsky V.B., Bardeen V.V., Bulatov M.I. Physical and chemical methods of analysis. Practical Guide: Textbook. manual for universities. L., Chemistry. 1988. 154 p.
11. Instruction 4.1.10-15-51-2005 «Atomic Absorption Method for Detection of Toxic Elements in Food Raw Materials and Foodstuffs».
12. Kingston G.M. Jesse L.B. Sample preparation in microwave ovens. Theory and practice. Trans. from English (Ed.) 1991. 336 p.
13. Sanitary norms and rules «Requirements to food raw materials and food products». Hygienic standard «Indicators of safety and harmlessness for humans of food raw materials and food products» No. 52 dated June 21, 2013 approved by the Ministry of Health of the Republic of Belarus.
14. Slavin U. Atomic absorption spectroscopy. L., Chemistry, 1971. 269 p.
15. Pupyshv A.A. Atomic Absorption Spectral Analysis. Moscow, Technosphere, 2009. 784 p.

16. Volynsky A.V. Chemical modifiers based on platinum metal compounds in electrothermal atomic absorption spectrometry. Zhurn. analyte. chemistry. 2004. T. 59. — № 6. — pp. 566–586.
17. Ermachenko L.A. Atomic Absorption Analysis with Graphite Furnace. Moscow: PAIMS, 1999. 219 p.
18. Soloviev N.D. Ivanenko N.B., Ivanenko A.A., Kashuro V.A. Determination of trace elements in biological fluids by the AAS-ETA method with Zeeman background correction. Bulletin of the OSU № 15 (134), 2011. pp. 127–130.

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

Александровская Елена Сергеевна — заведующий лабораторией токсикологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: alexandrovskiy@inbox.ru

Чекун Ольга Владимировна — инженер-химик 2 категории 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: info@belproduct.com

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

Aleksandrovskaya Helena Sergeevna — head of the laboratory of toxicology research 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: alexandrovskiy@inbox.ru

Chekun Olga Vladimirovna — 2nd grade chemical engineer 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: info@belproduct.com

И.М. Почицкая, Н.В. Комарова, Е.С. Красовская

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

ОЦЕНКА СВЕЖЕСТИ ПРЭСНОВОДНОЙ РЫБЫ, ВЫРАЩЕННОЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Аннотация: В последнее время повышение спроса на рыбные продукты обусловлено уникальностью состава мяса рыбы, как источника полноценного и быстроусвояемого белка, жира, витаминов и микроэлементов. Республика Беларусь не имеет выхода к морю, и рыбное сырье собственного производства представлено в основном продукцией аквакультуры. Поскольку сенсорные свойства сырья являются определяющим фактором, влияющим на качество готовой продукции, важное значение принадлежит оценке аромата, вкусовых качеств, консистенции, текстуры и цвета рыбного сырья. Целью работы являлось исследование изменения сенсорных характеристик карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Stenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форели радужной (*Oncorhynchus mykiss*) в процессе хранения во льду с применением метода индексов качества — Quality Index Method (QIM). Данный метод широко применим в мировой практике и основан на разработке индивидуальных схем, характеризующих признаки и критерии качества для каждого наименования рыбы. Метод позволяет потребителям и продавцам быстро и объективно оценивать качество рыбы. Для оценки свежести пресноводной рыбы, выращиваемой в водоемах Республики Беларусь, такие критерии отсутствуют. Анализ сенсорных характеристик исследуемой рыбы позволил выявить изменения сенсорных дескрипторов, влияющих на её качество в процессе хранения во льду: внешний вид (кожа, слизь, запах); глаза (зрачок, форма, роговица); жабры (цвет, слизь, запах); брюшная полость (кровь, запах), мясо (цвет). Установлены зависимости индекса качества от продолжительности хранения для карпа обыкновенного, белого амура, толстолобика, форели радужной, позволяющие разработать модель изменения дескрипторов — QIM-схему индексов качества рыбы и определить продолжительность ее хранения с момента вылова, а также остаточный срок ее хранения, что дает возможность осуществлять контроль качества рыбы, поступающей на переработку и реализацию.

Ключевые слова: сенсорная оценка, метод индексов качества, карп, белый амур, толстолобик, форель

I.M. Potchitskaya, N.V. Komarova, E.S. Krasouskaya

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

FRESHNESS ESTIMATION OF FRESHWATER FISH, GROWN IN REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: Recently, the increase in demand for fish products is determined by the uniqueness of the composition of fish meat, as a source of high-grade and rapidly digestible protein, fat, vitamins and trace elements. The Republic of Belarus has no access to the sea and its own fish products are mainly represented by aquaculture products. Since the sensory properties of raw materials are the determining factor influencing the quality of the finished product, it is important to assess the flavor, taste, consistency, texture and color of the fish raw material. The aim of the research was to study the changes in the sensory characteristics of the common carp (*Cyprinus carpio*), grass carp (*Stenopharyngodon idella*), silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage in ice using Quality Index Method (QIM). This method is widely used in the world practice and is based on the development of individual schemes characterizing the descriptors and quality criteria for each fish. The method allows consumers and sellers to quickly and objectively assess the quality of fish. To assess the freshness of freshwater fish, grown in water bodies of the Republic of Belarus, such criteria are absent. Analysis of the sensory characteristics of the studied fish revealed the changes in sensory descriptors that affect its quality during storage in ice: appearance (skin, mucus, odor); eyes (pupil, form, cornea); gills (color, mucus, odor); abdomen (blood, smell), meat (color). Dependencies of the quality index on storage time for common carp, grass carp, silver carp, rainbow trout are received, which allow to develop a model of change of descriptors - QIM-scheme of fish quality indices and determine the duration of its storage from the moment of harvest, as well as the remaining period of its storage, that allows to control the quality of fish entering the processing and sale.

Keywords: sensory evaluation, Quality Index Method, common carp, grass carp, silver carp, rainbow trout

Введение. В последнее время наблюдается увеличение потребления рыбы и рыбных продуктов [1]. Требования к реализации, транспортировке и хранению живой рыбы регулируются жесткими стандартами качества и нормативами в области охраны здоровья [2].

Кроме того, увеличивается производство аквакультуры, ожидается, что выращивание водных биоресурсов к 2024 г. возрастет к среднему уровню 2012–2014 гг. на 38 % [3].

Согласно прогнозам, содержащимся в новом докладе Всемирного банка [4], в 2030 г. для удовлетворения растущего спроса более 62 % морепродуктов будет выращиваться на специализированных рыбных фермах, около 70 % мирового потребления рыбы будет приходиться на Азию, из них 38 % на Китай. Повышение спроса на морепродукты дает странам возможность расширить и улучшить методы ответственного разведения рыбы и моллюсков [5].

В Европе промысловый лов во внутренних водоемах отсутствует, продуктовую корзину составляяет рыба, выловленная в мировом океане и выращенная на рыбоводческих предприятиях [6].

Внутренние потребности Беларуси в рыбе и рыбопродуктах удовлетворяются преимущественно за счет импорта морского и океанического сырья и продуктов собственного производства [7].

В Республике Беларусь рыбное сырье собственного производства представлено продукцией аквакультуры, которая развивается по четырем основным направлениям: прудовое рыбоводство; индустриальное рыбоводство; садковое и тепловодное рыбоводство; рыбоводство в естественных водоемах (пастбищное рыбоводство) [8].

Важным показателем качества рыбы является свежесть, которая зависит от целого ряда факторов (вылова, убоа, обращения с уловом, обработки, транспортировки и хранения) и постоянно меняется во времени.

Существенную роль в решении вопросов качества играет установление закономерностей изменений органолептических показателей в процессе хранения продукта, их связь с физическими параметрами и химическим составом продукта. Выявление такой взаимосвязи необходимо при разработке и выборе объективных и наиболее значимых показателей качества сырья и готовой продукции, определении допустимых сроков хранения, прогнозировании качества продукции [9, 10].

Поскольку сенсорные свойства сырья являются определяющим фактором, влияющим на качество готовой продукции, важное значение принадлежит оценке аромата, вкусовых качеств, консистенции, текстуры и цвета рыбного сырья [11].

Для сенсорной оценки качества свежести морских рыб и морепродуктов в европейских странах, где развито рыболовство, применяется метод индексов качества — (Quality Index Method) QIM [12–15]. Данный метод основан на разработке индивидуальных схем, характеризующих признаки и критерии качества для каждого наименования рыбы. Метод позволяет потребителям и продавцам быстро и объективно оценивать качество рыбы и может быть применим на любом этапе цепи: от вылова рыбы до переработки или продажи. Для оценки свежести пресноводной рыбы, выращиваемой в водоемах Республики Беларусь такие критерии отсутствуют.

Целью работы являлось исследование изменения сенсорных характеристик карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Stenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форели радужной (*Oncorhynchus mykiss*) в процессе хранения во льду с применением метода индексов качества QIM.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Stenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форель радужную (*Oncorhynchus mykiss*), выращиваемых в Республики Беларусь.

Для изучения изменения сенсорных характеристик рыбы в процессе хранения во льду применялся метод оценки свежести рыбы — QIM.

В соответствии с требованиями метода для анализа были отобраны образцы рыбы от одной даты вылова, из одного хозяйства, одинакового размерного ряда. В процессе подготовки к анализу образцы свежесвыловленной рыбы освобождали от внутренностей. Анализируемые образцы хранили в гранулированном льду в термостатах при температуре 0 °С. Одновременно оценивали по десять экземпляров рыб в сыром виде. Оценку рыбы проводили с периодичностью в два дня, при этом все изменения дескрипторов качества фиксировали с помощью фотографических изображений в одинаковых условиях освещения. В рамках данного этапа работы оценка вкусовых качеств не предусматривалась. Сенсорный анализ проводила группа специалистов Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», обученная методу индексов качества. Испытания проводили в помещениях для сенсорного анализа, подготовленных в соответствии с требованиями международного стандарта ГОСТ ISO 8589, обес-

печивающими максимальную сосредоточенность испытателей и исключая влияние шума, вибрации, запахов и прочих факторов, влияющих на оценку испытателей [16].

При выполнении измерений контролировали условия окружающей среды: температуру воздуха поддерживали в пределах $(22 \pm 2)^\circ\text{C}$, относительную влажность воздуха — $(50 \pm 10)\%$. Общее освещение рабочих мест для испытаний образцов было однородным, бестеневым и регулируемым. В процессе анализа оцениваемым дескрипторам присваивали индексы свежести от 0 до 3 баллов. Оценка «0» предусмотрена для дескрипторов, характеризующих идеально свежий продукт. Минимальный балл выставляется для образцов с блестящей поверхностью, свежим запахом на поверхности, в жабрах и брюшной полости. След от нажатия пальцем на поверхности свежей рыбы исчезает быстро. При появлении изменений качественных признаков в образцах рыбы дескрипторам выставляется оценка 1 или 2 балла в зависимости от интенсивности происходящих изменений. При проявлении дефектов запаха, цвета, слизи, мяса, как правило, присваивается максимальный балл — 3.

В рамках исследования было предусмотрено проведение сенсорной оценки ряда наиболее важных качественных параметров карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Stenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форели радужной (*Oncorhynchus mykiss*) в процессе хранения, начиная от момента вылова до появления видимых признаков порчи продукта.

При оценке проводили анализ следующих дескрипторов: внешний вид (кожа, слизь, запах, текстура); глаза (зрачок, форма, роговица); жабры (цвет, слизь, запах); брюшная полость (кровь в брюшной полости, запах), мясо (цвет, разрывы мышечной ткани).

Оценивали состояние внешних покровов рыбы и её плавников, внешний вид слизи на коже и вокруг спинного плавника. Запах тестировали посредством обоняния спинной мышцы рыбы. Текстуру анализировали путем нажатия пальцем на спинную мышцу и наблюдали, как быстро плоть восстанавливается. Текстуру брюха оценивали посредством его сжатия кончиками пальцев. Определяли цвет и прозрачность роговицы глаза, цвет зрачка. Форма глаза оценивалась посредством наблюдения прямо и со стороны. Жабры оценивали посредством поднятия жаберной крышки, избегая касания пальцами. Тестировали цвет и запах жаберных дуг.

Во время испытаний были подробно описаны основные дескрипторы данных образцов рыб в течение 9 дней хранения.

Результаты и их обсуждение. Результаты сенсорной оценки дескриптора «внешний вид» показали следующие изменения в процессе хранения во льду карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Stenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форели радужной (*Oncorhynchus mykiss*) (рис. 1, табл. 1).

Дескриптор «внешний вид». Оценка дескриптора «внешний вид» образцов рыбы заключалась в определении изменений состояния внешних покровов целой рыбы и её плавников, слизи на коже, вокруг спинного плавника.

В результате оценки дескриптора «внешний вид/кожа» эксперты сенсорного анализа определили, что у карпа в начале периода хранения внешняя поверхность блестящая, с золотистым оттенком. Данный дескриптор изменялся незначительно, начиная от первого до пятого дня хранения, после чего поверхность кожи значительно тускнела. У белого амура и толстолобика кожа постепенно к седьмому дню хранения теряет блеск. У форели радужной дескриптор изменялся от жемчужно-блестящего по всей поверхности в первый день оценки до блестящего, менее яркого на пятый день хранения и постепенно теряет блеск (7-й — 9-й дни хранения).

В отношении дескриптора «внешний вид/слизь» отмечено помутнение слизи к пятому дню хранения у всех образцов исследуемой рыбы. Установлена следующая динамика изменения дескриптора «внешний вид/слизь»: 1-ый день хранения — слизь прозрачная, необильная, 9-ый — молочная.

Дескриптор «запах». Дескриптор «запах» внешних покровов образцов рыбы тестировали посредством обоняния спинной мышцы рыбы [12]. Запахи свежесловленных рыбы и морепродуктов, как правило, умеренны, тонки, приятны, характерно выражены. У отдельных видов они напоминают запахи морских водорослей, озона, зеленых растений, дыни, свежего огурца, йодистый, сладковатый [9]. В процессе оценки в первый день хранения у карпа идентифицирован запах неспелой дыни. На третий день у карпа выявлен менее интенсивный запах неспелой дыни, появился запах свежей воды. К пятому дню хранения образцов рыбы во льду у карпа выявлен нейтральный запах, запах речной воды.

У амура белого запах вначале металлический, далее становится нейтральным и приобретает тона речной воды, а у форели радужной запах зеленой травы и огурца постепенно теряется, становится нейтральным с тонами свежей воды.



Рис. 1. Изменение дескриптора «внешний вид/кожа» свежей рыбы в зависимости от длительности хранения на льду: а — первый день; б — третий день; в — пятый день; г — седьмой день; д — девятый день
 Fig. 1. Change of the descriptor «appearance/skin» of fresh fish depending on the duration of storage on ice: а — first day; б — third day; в — fifth day; г — seventh day; д — ninth day

Таблица 1. Карта сенсорной оценки изменений дескриптора «внешний вид» при хранении во льду исследуемых образцов рыбы
 Table 1. Map of sensory evaluation of changes of the descriptor «appearance» while storing the fish samples in the ice

Параметры качества	Образцы рыбы/Описание дескрипторов				День оценки		
	Карп обыкновенный	Амур белый	Толстолобик	Форель радужная			
Внешний вид	Кожа	Блестящая, золотистая	Блестящая	Блестящая	Жемчужно-блестящая по всей поверхности	1	
		Блестящая, менее золотистая	Блестящая	Блестящая	Менее блестящая	3	
		Неблестящая, менее золотистая	Менее блестящая	Менее блестящая	Блестящая, менее яркая	5	
		Неблестящая, менее золотистая	Неблестящая	Неблестящая	Менее яркая, блестящая	7	
		Неблестящая	Неблестящая	Неблестящая	Менее блестящая	9	
	Слизь	Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная, необильная	Прозрачная	1	
		Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная, необильная	Прозрачная	3	
		Менее прозрачная	Менее прозрачная, несвернувшаяся	Белесая, необильная	Менее прозрачная, несвернувшаяся	5	
		Менее прозрачная	Менее прозрачная, несвернувшаяся	Белесая	Менее прозрачная, несвернувшаяся	7	
		Молочная	Молочная	Молочная, обильная	Молочная, свернувшаяся	9	
	Запах	Запах неспелой дыни	Металлический	Нейтральный	Запах зеленой травы, запах огурца	1	
		Менее интенсивный запах неспелой дыни, свежая вода	Металлический	Легкий металлический, фруктовый, яблочный	Запах зеленой травы	3	
		Нейтральный, запах речной воды	Более нейтральный, грибной	Легкий металлический, фруктовый, яблочный	Незначительный запах зеленой травы	5	
		Нейтральный, запах речной воды	Более нейтральный	Неинтенсивный кислый, запах речной воды	Более нейтральный	7	
		Нейтральный, запах речной воды	Нейтральный, запах речной воды	Кислый, запах речной воды	Нейтральный, запах свежей воды	9	
	Кожа	Текстура	След от нажатия пальцем исчезает быстро	В состоянии оконченения	В состоянии окоченения	След от нажатия пальцем исчезает быстро	1
			След от нажатия пальцем исчезает быстро	След от нажатия пальцем исчезает быстро	След от нажатия пальцем исчезает быстро	След от нажатия пальцем исчезает недостаточно быстро	3
			След от нажатия пальцем исчезает медленно	След от нажатия пальцем исчезает недостаточно быстро	След от нажатия пальцем исчезает медленнее	След от нажатия пальцем исчезает медленнее	5
			След от нажатия пальцем исчезает медленно	След от нажатия пальцем исчезает медленнее	След от нажатия пальцем исчезает медленнее	Мягкая — след от нажатия пальцем не исчезает	7
			Мягкая — след от нажатия пальцем не исчезает	Мягкая — след от нажатия пальцем не исчезает	Мягкая — след от нажатия пальцем исчезает недостаточно быстро	Очень мягкая	9

Дескриптор «текстура». Дескриптор «текстура» анализировали путем нажатия пальцем на спинную мышцу образца и наблюдали, как быстро плоть восстанавливается. Текстуру брюшной части оценивали посредством ее сжатия кончиками пальцев [12]. В процессе хранения дескриптор «текстура» менялся при нажатии пальцем на поверхность образцов у карпа от упругого состояния в первые пять дней до мягкого состояния на девятый день, когда след от нажатия пальцем не исчезал. Текстура белого амура в состоянии окоченения в первый день постепенно менялась до состояния, когда след от нажатия исчезал быстро, и на седьмой день становилась мягкой. У форели радужной на пятый день хранения след от нажатия исчезал недостаточно быстро, а к девятому дню хранения текстура становилась очень мягкой.

Дескриптор «глаза». При исследовании состояния глаз рыбы определены для оценивания сенсорные дескрипторы: «глаза/зрачки», «глаза/форма», «глаза/роговица». Оценивали цвет, прозрачность роговицы глаза, цвет зрачка. Форму глаза анализировали посредством наблюдения прямо и со стороны. В результате составлена карта сенсорной оценки изменения состояния глаз рыбы в период хранения во льду (рис. 2, табл. 2). Из трех характеристик «глаза/зрачки», «глаза/форма», «глаза/роговица», у образцов карпа обыкновенного и белого амура форма глаза приобретает значительные отклонения от «идеального состояния» глаза в начале периода хранения (3-ий день). Результаты показали, что глаза приобретают вогнутую форму на пятый день хранения образцов (рис. 2).

Таблица 2. Карта сенсорной оценки изменения дескриптора «глаза» при хранении во льду образцов рыбы
Table 2. Map of sensory evaluation of the change of the descriptor «eyes» while storing the fish samples in the ice

Параметры качества		Образцы рыбы/Описание дескрипторов				День оценки
		Карп обыкновенный	Амур белый	Толстолобик	Форель радужная	
Глаза	Зрачки	Черный, прозрачный	Серый, прозрачный	Черный, непрозрачный	Черный, чистый	1
		Серый	Серый	Черный	Темно-серый	3
		Менее серый	Менее серый	Менее черный	Темно-серый, менее прозрачный	5
		Светлый, прозрачный	Светлый, прозрачный	Серый, прозрачный	Серый, непрозрачный	7
		Светлы, прозрачный	Светлый, менее прозрачный	Светлый, более прозрачный	Серый, матовый	9
	Форма	Плоская	Плоская, слегка вогнутая	Выпуклая	Выпуклая	1
		Вогнутая, глаза ввали	Слегка вогнутая	Плоская	Менее выпуклая, плоская	3
		Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая, глаза ввали	Слегка вогнутая	Плоская	5
		Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая	Слегка вогнутая	7
		Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая, глаза ввали	Вогнутая	9
	Роговица	Прозрачная	Прозрачная	Серебристая, прозрачная	Прозрачная	1
		Прозрачная	Прозрачная	Менее прозрачная	Прозрачная	3
		Менее прозрачная	Менее прозрачная	Менее прозрачная	Менее прозрачная	5
		Менее прозрачная	Менее прозрачная	Менее прозрачная	Менее прозрачная	7
		Молочная	Молочная	Белесая, желтоватая, непрозрачная	Молочная	9

У толстолобика глаза приобретают вогнутую форму на седьмой день хранения. У форели речной отмечена наибольшая устойчивость к изменениям цвета и формы глаза в процессе хранения. Де-

скриптор «глаза/роговица» у всех образцов практически не меняется в течение хранения образцов, к концу хранения становясь молочной.



Карп обыкновенный



Амур белый



Толстолобик



Форель радужная

a

b

c

Рис. 2. Изменения дескриптора «глаза» в зависимости от длительности хранения во льду образцов рыбы: а — 1 день, б — 5 день, с — 9 день

Fig. 2. Changes in the “eyes” descriptor, depending on the duration of storage of fish samples on ice: a — first day; b — fifth day; c — ninth day

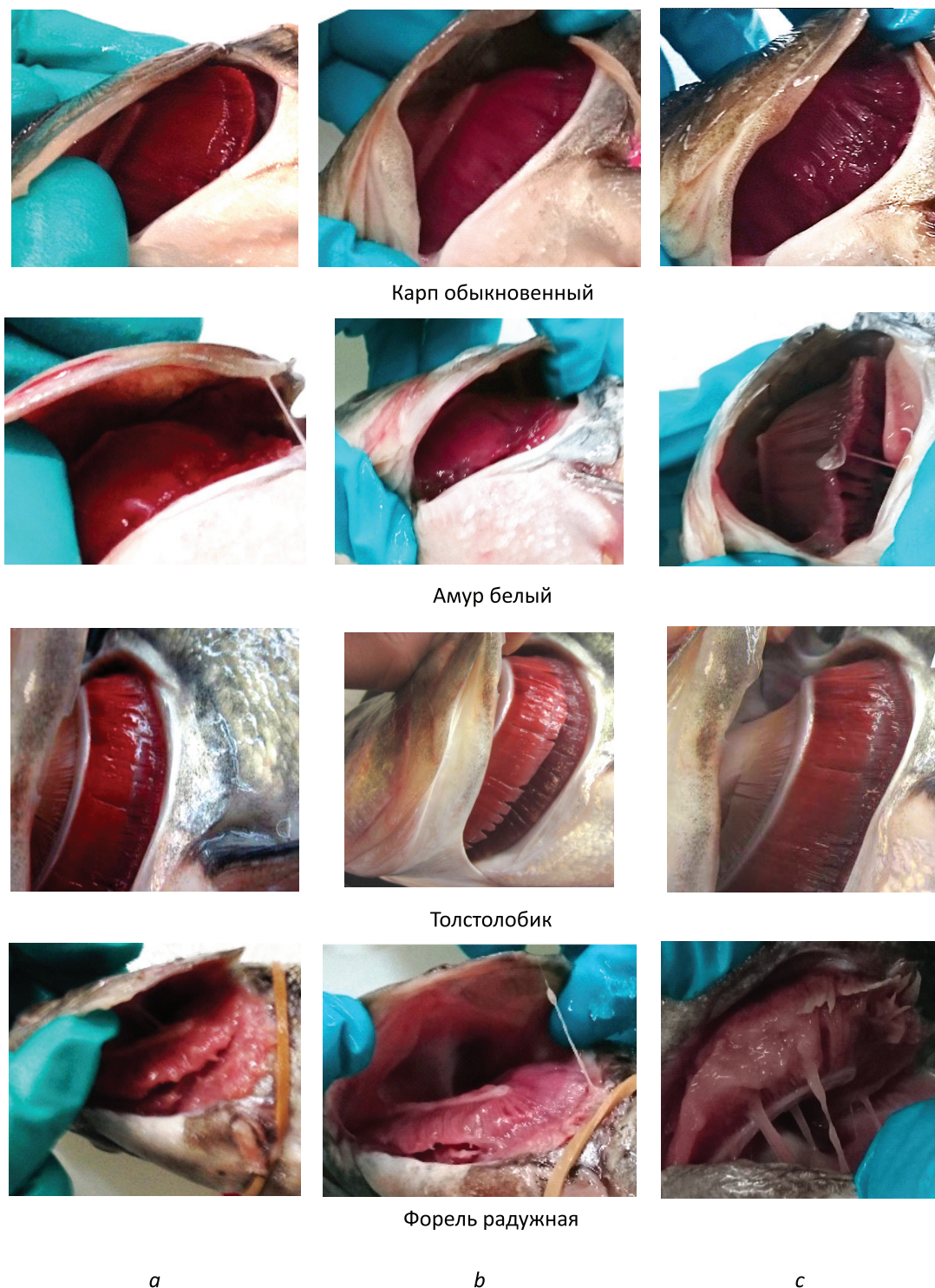


Рис. 3. Изменение дескриптора «жабры/цвет» образцов рыбы в зависимости от длительности хранения во льду: а — первый день; б — пятый день; с — девятый день
Fig. 3. Change of descriptor «gills/color» of fish samples depending on the duration of storage on ice: a — first day; b — fifth day; c — ninth day

Дескриптор «жабры». Дескриптор «жабры» оценивали посредством поднятия жаберной крышки, избегая касания пальцами. Тестировали цвет и запах жаберных дуг [12]. Отмечено изменение дескриптора «жабры/цвет» в образцах рыбы от ярко-красного/алого до бледного/бордового/блеклого (рис. 3).

Получены результаты изменения дескриптора «жабры/запах» (табл. 3). Установлено изменение этого дескриптора у карпа обыкновенного от запаха неспелой дыни до кисловатого, запаха речной воды в течение периода исследований.

У амура белого — от металлического через грибной до кисловатого с тонами опавших листьев, у форели радужной от металлического через незначительный запах зеленой травы до дрожжевого, кисловатого.

Появление запахов кислых оттенков указывает на развитие гнилостных процессов в образцах рыбы. Следует отметить, что дескриптор «запах», присутствующий в жабрах, изменялся в процессе хранения быстрее, чем дескриптор «запах» на поверхности кожи и в брюшной полости.

Таблица 3. Карта сенсорной оценки изменения дескриптора «жабры» при хранении во льду образцов рыбы
Table 3. Map of sensory evaluation of the change in descriptor «gills» while storing the fish samples in the ice

Параметры качества	Образцы рыбы/Описание дескрипторов				День Оценки	
	Карп обыкновенный	Амур белый	Толстолобик	Форель радужная		
Жабры	Цвет	Красный	Красный	Ярко-красный	Незначительный красный	1
		Менее красный	Менее красный	Менее красный	Незначительный красный	3
		Бледно-красный	Менее красный	Менее красный	Розовый, коричневатый	5
		Бледный	Менее красный, коричневатый	Неблестящий красный, бордовый по краю	Розовый, коричневатый	7
		Бледный	Бледный, коричневый	Бурый, блеклый, бордовый	Блеклый, коричневатый	9
	Слизь	Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная	1
		Прозрачная	Прозрачная	Прозрачная	Молочная, несвернувшаяся	3
		Прозрачная	Прозрачная, несвернувшаяся	Прозрачная, несвернувшаяся	Молочная, несвернувшаяся	5
		Молочная	Молочная	Молочная	Молочная в большей степени	7
		Молочная	Молочная, свернувшаяся	Молочная, свернувшаяся	Коричневатая, молочная, свернувшаяся	9
Жабры	Запах	Запах неспелой дыни	Металлический	Нейтральный	Металлический, свежий	1
		Менее интенсивный запах неспелой дыни, запах свежей воды	Незначительный металлический, грибной	Нейтральный, незначительный металлический	Незначительный металлический, незначительный запах зеленой травы	3
		Запах зеленой травы	Незначительный грибной, запах опавших листьев, кисловатый	Незначительный металлический, фруктовый	Незначительный запах зеленой травы	5
		Кисловатый, запах речной воды	Запах опавших листьев, кисловатый	Кисловатый, фруктовый	Незначительный запах зеленой травы	7
		Кисловатый, запах речной воды	Кисловатый, запах опавших листьев	Кислый, фруктовый	Дрожжевой, кисловатый	9

Дескриптор «брюшная полость». Процессы порчи затрагивают и брюшную полость рыбы, так кровь в брюшной полости от красной меняется до коричневой, наиболее заметно это с пятого дня хранения (рис. 4), запах меняется аналогично запаху жабер (табл. 4).

Дескриптор «цвет мяса». Следующим дескриптором, важным при оценке качества рыбы, считается цвет мышечной ткани (табл. 4).

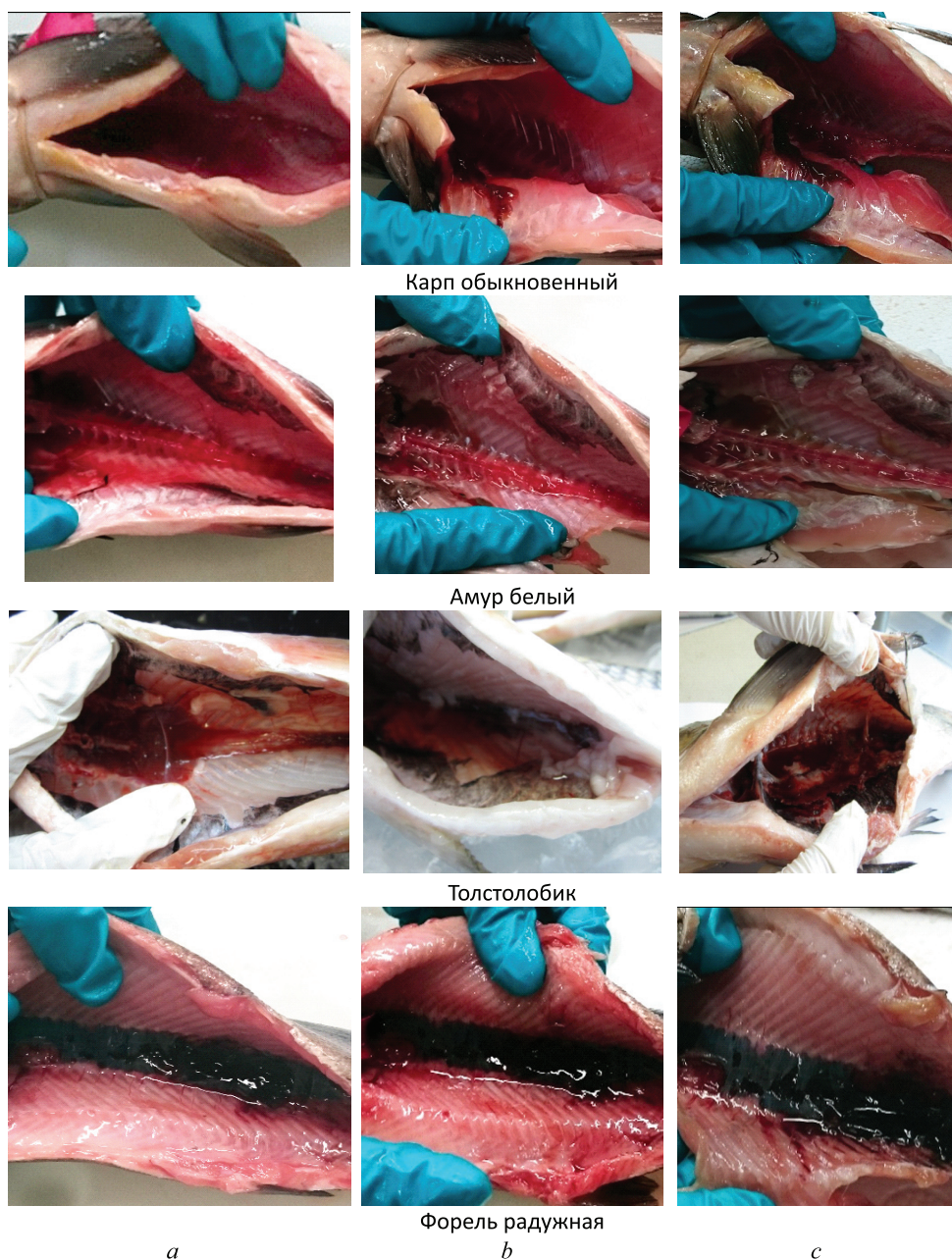


Рис. 4. Изменение дескриптора «брюшная полость/кровь в брюшной полости» образцов рыбы в зависимости от длительности хранения на льду:
 а — первый день хранения; б — пятый день хранения; с — девятый день хранения
 Fig. 4. Change in the descriptor «abdomen / blood in abdomen» depending on the duration of storage on ice:
 a –third day of storage; b – fifth day of storage; c – seventh day of storage

Цвет сырой мышечной ткани рыбы зависит от ее вида и бывает прозрачно-водянистым, белым, сероватым, оранжевым с различными оттенками [9]. Сверкающая радужная структурная окраска относится к числу наиболее ярких визуальных эффектов, встречаемых в природе. Для того чтобы оценить цвет, в мировой практике используют стандарты, такие как система естественного цвета (the natural color system — NCS®) [15]. В наших исследованиях цвет мышечной ткани для белого амура и толстолобика в процессе хранения образцов изменялся в последовательности: прозрачный — менее прозрачный — непрозрачный розовый — незначительный розовый — восковой. Восковая поверхность мышц на разрезе указывает на значительное снижение свежести продукта. У карпа и форели цвет мяса от прозрачного постепенно терял прозрачность, становился коричневатым до темно-коричневого (у карпа) и желтоватым до коричневого (у форели), похожим на воск.

Таблица 4. Карта сенсорной оценки изменения дескрипторов «брюшная полость», «мясо» при хранении во льду образцов рыбы

Table 4. Map of sensory evaluation of the change in the descriptor «abdomen», «meat» in time of storing fish samples in ice

Параметры качества		Образцы рыбы/Описание дескрипторов				День оценки
		Карп обыкновенный	Амур белый	Толстолобик	Форель радужная	
Брюшная полость	Кровь в брюшной полости	Красная	Свежая красная	Свежая красная	Красная	1
		Красная	Красная	Красная	Менее красная	3
		Менее красная	Менее красная	Менее красная	Менее красная	5
		Коричневая	Коричневая	Коричневая	Коричневая	7
		Коричневая	Темно-коричневая	Коричневая	Темно-коричневая	9
	Запах	Запах незрелой дыни	Грибной	Нейтральный	Незначительный металлический	1
		Более нейтральный	Грибной	Нейтральный, незначительный металлический	Незначительный металлический	3
		Нейтральный	Незначительный грибной, запах опавших листьев	Нейтральный, незначительный металлический, кисловатый	Незначительный запах зеленой травы	5
		Посторонний запах травы	Незначительный грибной	Кисловатый	Незначительный запах зеленой травы	7
		Посторонний запах травы, запах речной воды	Кисловатый, запах опавших листьев	Кислый, запах речной воды	Кисловатый	9
Мясо	Цвет	Желтоватый, коричневатый	Прозрачный	Прозрачный	Прозрачный	1
		Прозрачный	Менее прозрачный	Менее прозрачный	Прозрачный	3
		Коричневатый	Непрозрачный	Непрозрачный	Менее прозрачный, желтоватый	5
		Коричневый, похожий на воск	Непрозрачный, розовый, похожий на воск	Непрозрачный, розовый, похожий на воск	Непрозрачный, бледный, коричневатый	7
		Более темный коричневый, похожий на воск	Незначительный розовый, похожий на воск	Незначительный розовый, похожий на воск	Коричневый, похожий на воск	9
	Разрывы мышечной ткани	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	1
		Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	3
		Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	5
		Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	7
		Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	Не выявлены	9

Следующим этапом были оценены результаты изменений индивидуальных характеристик рыбы в период хранения во льду, полученные сенсорной группой, с целью выявления дескрипторов, максимально меняющихся при хранении и имеющих практическую значимость для QIM–схемы. Были изучены зависимости основных сенсорных характеристик рыбы от срока хранения (рис. 4).

В соответствие с методом индексов качества оценивали уровень изменения индивидуальных критериев свежести рыбы с целью определения срока годности партий рыбы. Оценка изменений индивидуальных критериев свежести рыбы позволяет дать суммарную оценку ее свежести.

На основании полученных данных для каждого индивидуального дескриптора были построены зависимости срока хранения рыбы от индекса качества (QI). На рис. 4 представлены зависимости срока хранения карпа от индекса качества (QI) для индивидуальных дескрипторов образцов карпа. Получены зависимости изменения индексов качества для каждого дескриптора в период хранения во льду образцов рыбы из сем. Карповых — карпа, белого амура, толстолобика и сем. Лососевых — форели радужной.

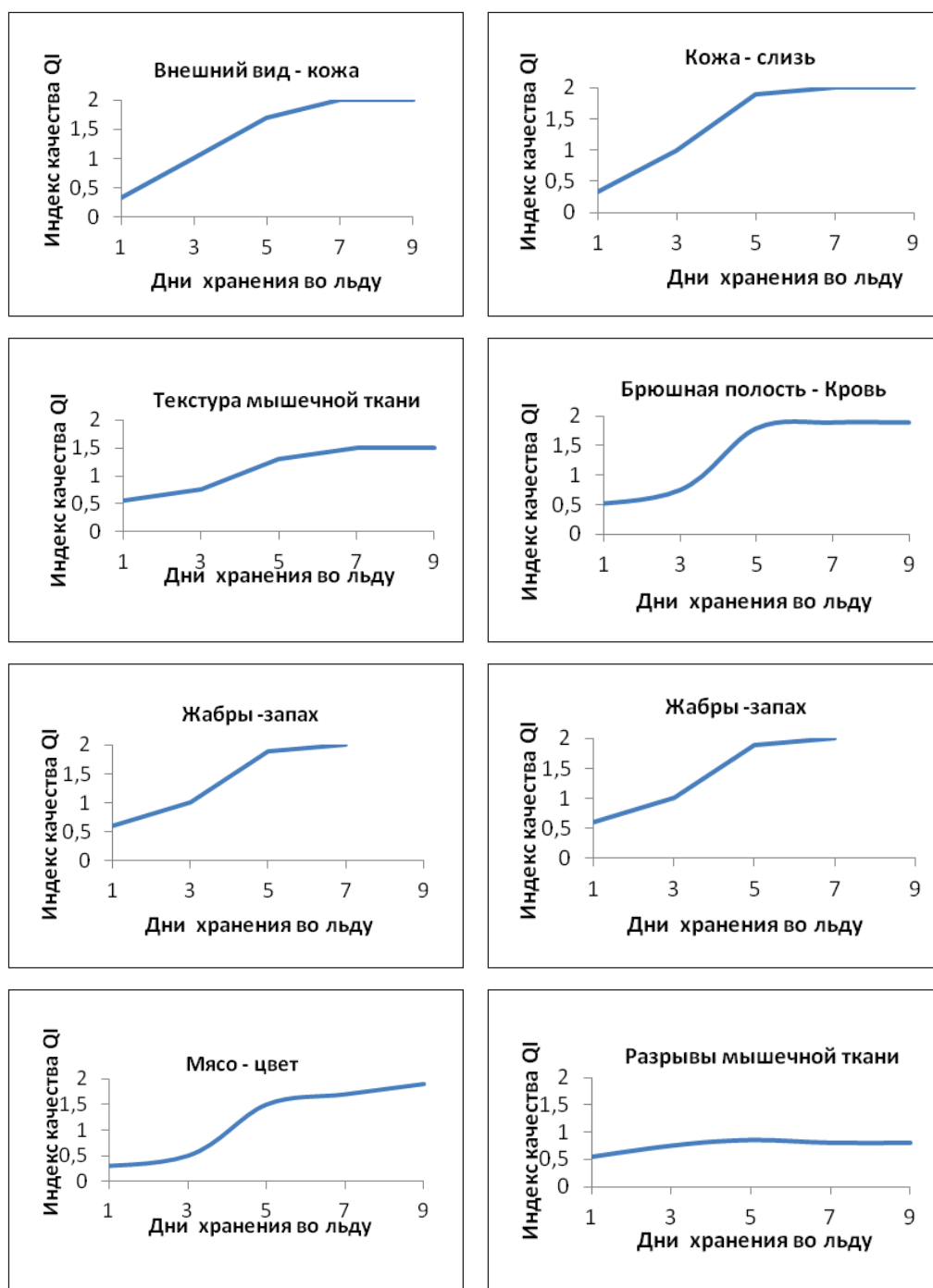


Рис. 4. Зависимости срока хранения рыбы от индекса качества (QI) для индивидуальных дескрипторов образцов карпа

Fig. 4. Dependences of the shelf life of fish on the quality index (QI) for individual carp sample descriptors

Были рассчитаны коэффициенты корреляции для ряда индивидуальных характеристик с целью выявления максимально меняющихся при хранении: «внешний вид — кожа», «внешний вид — слизь на коже», «текстура мышечной ткани», «брюшная полость — кровь», «жабры — запах», «жабры — цвет», «мясо — цвет», «разрывы мышечной ткани».

В табл. 5 представлены изменяющиеся дескрипторы в процессе хранения для образцов рыбы сем. Карповые (каarp, белый амур, толстолобик) и сем. Лососевые (форель радужная) и рассчитанные коэффициенты корреляции зависимостей изменения дескрипторов качества рыбы за период хранения во льду.

Таблица 5. Коэффициенты корреляции изменения дескрипторов рыбы за период хранения во льду
Table 5. Correlation coefficients of the change in fish descriptors over the period of storage in ice

Дескрипторы качества рыбы	Коэффициент корреляции			
	Карп	Белый амур	Толстолобик	Форель
Внешний вид — кожа	0,9724	0,9387	0,9128	0,9899
Внешний вид — слизь на коже	0,8887	0,8395	0,8415	0,9664
Текстура мышечной ткани	0,9355	0,9275	0,9537	0,921
Брюшная полость — кровь	0,9936	0,9923	0,9917	0,9163
Жабры — запах	0,9482	0,9776	0,9534	0,9939
Жабры — цвет	0,9750	0,9588	0,9631	0,8976
Мясо — цвет	0,9594	0,9687	0,9573	0,9594
Разрывы в мышцах	0,7242	0,7138	0,7181	0,7242
Глаза — зрачки	0,9177	0,9234	0,9126	0,9350
Глаза — форма	0,9201	0,9153	0,9018	0,9276
Глаза-роговица	0,8713	0,8351	0,8519	0,8764

В результате анализа полученных зависимостей можно сделать вывод о том, что максимально значимыми являются дескрипторы: «внешний вид — кожа»; «слизь на поверхности»; «глаза», «текстура мышечной ткани»; «кровь в брюшной полости»; «запах в жабрах»; «цвет в мышцах и жабрах», так как коэффициент корреляции приближен к 1,0. Дескриптор «разрывы мышечных тканей» в процессе хранения изменяется незначительно, коэффициент корреляции равен $R^2 = (0,7138 - 0,7242)$ и, таким образом, не имеет практической значимости для построения схемы индексов качества. Дескриптор «разрывы мышечных тканей» не будет использоваться в схеме QIM для оценки рыбы.

Аналогичные подходы были применены для исследования периода хранения рыбы и индивидуальных сенсорных характеристик при разработке схем индексов качества для карпа, белого амура, толстолобика и форели радужной.

Полученные зависимости максимально изменяющихся индивидуальных дескрипторов рыбы за период хранения во льду позволили построить линейные зависимости периода хранения от суммарного индекса качества (QI) для карпа обыкновенного, белого амура, толстолобика, форели радужной. На рис. 5 представлены зависимости срока хранения карпа, белого амура, толстолобика, форели радужной от индекса качества (QI). Угол наклона линии отражает скорость порчи рыбы во времени.

Зависимости суммарного индекса качества (QI) от продолжительности хранения имеют линейный вид (1) и описываются с достоверностью свыше 87% уравнением первого порядка:

$$y=kx+b, \quad (1)$$

где y — суммарный индекс качества, балл; x — продолжительность хранения, дни; k , b — коэффициенты уравнения.

Коэффициенты уравнений приведены в табл. 6.

Поскольку качественный индекс увеличивается линейно с течением времени хранения во льду, полученные зависимости имеют практическую значимость для переработчиков рыбы. На основе результатов оценки индексов качества может быть вычислена остаточная продолжительность хранения.

Заключение. Проведены сенсорные испытания пресноводной рыбы, выращиваемой в водоемах Республики Беларусь: карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*), амура белого (*Ctenopharyngodon idella*), толстолобика (*Hypophthalmichthys molitrix*), форели радужной (*Oncorhynchus mykiss*) в процессе хранения во льду с применением метода индексов качества.

Анализ сенсорных характеристик исследуемой рыбы позволил выявить изменения сенсорных дескрипторов, влияющих на её качество в процессе хранения во льду: внешний вид (кожа, слизь, запах); глаза (зрачок, форма, роговица); жабры (цвет, слизь, запах); брюшная полость (кровь, запах), мясо (цвет). На основании установленных изменений основных дескрипторов, разработаны карты сенсорной оценки исследуемой рыбы в зависимости от длительности хранения с присвоением индексов качества QI для каждого дескриптора.

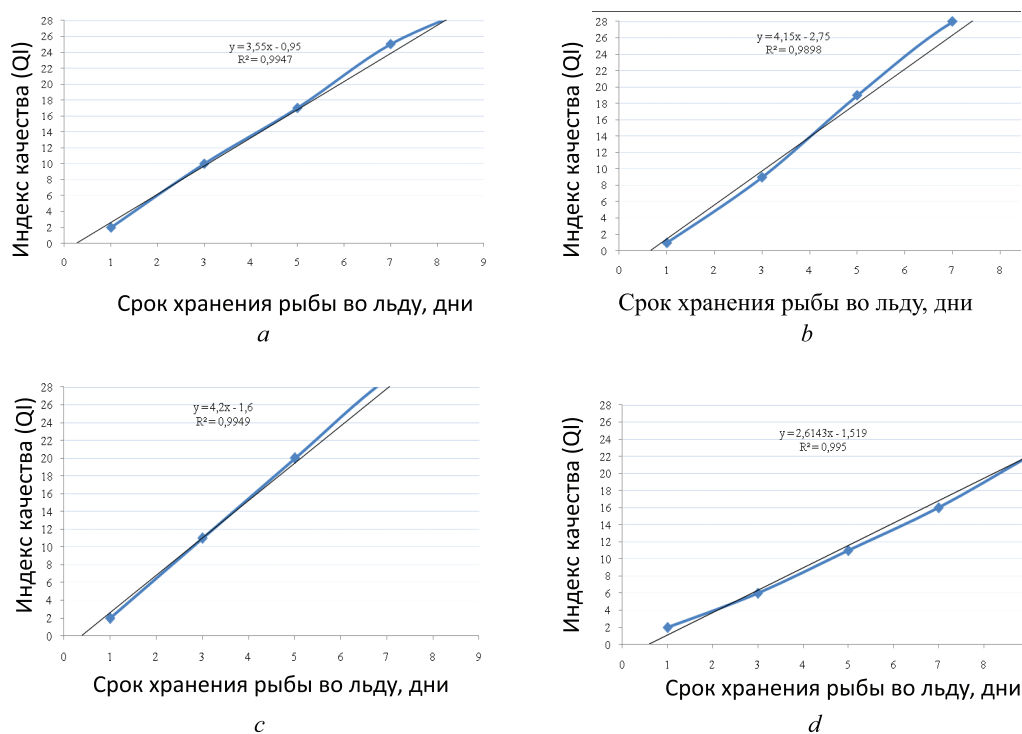


Рис. 5. Зависимости сроков хранения рыбы от индекса качества:
 а — карп обыкновенный; б — белый амур; с — толстолобик; д — форель радужная
 Fig. 5. Dependence of the shelf life of fish on the quality index: a — common carp; b — grass carp;
 c — silver carp; d — rainbow trout

Таблица 6. Коэффициенты уравнения, описывающие изменение суммарного индекса качества от продолжительности хранения
 Table 6. The coefficients of the equation describing the change in the total quality index from the storage duration

Вид рыбы	Коэффициенты уравнения		Величина достоверности, R^2
	k	b	
Карп обыкновенный	3,55	-0,95	0,9947
Белый амур	4,15	-2,75	0,9898
Толстолобик	4,2	-1,6	0,9949
Форель радужная	2,6	-1,52	0,9950

Определены дескрипторы качества исследуемой рыбы, максимально чувствительные к изменениям при её хранении во льду, коэффициенты корреляции которых близки к 1,0. Данные дескрипторы представляют практическую значимость для разработки схемы индексов качества QIM.

Установлены зависимости индекса качества от продолжительности хранения для карпа обыкновенного, белого амура, толстолобика, форели радужной, позволяющие разработать модель изменения дескрипторов — QIM-схему индексов качества рыбы и определить продолжительность её хранения с момента вылова, а также остаточный срок её хранения, что дает возможность осуществлять контроль качества рыбы, поступающей на переработку и реализацию.

Список использованных источников

1. Продовольственная безопасность Республики Беларусь в условиях функционирования Евразийского экономического союза. Мониторинг-2015. В 2 ч. Ч.2 / В.Г. Гусаков [и др.]. — Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2016. — 141 с.
2. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры [Электронный ресурс]. — 2014. — Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i3720r.pdf>. — Дата доступа: 15.05.2016.

3. Рыбная промышленность Республики Беларусь / Национальное агентство инвестиций и приватизации [Электронный ресурс]. — <http://www.investinbelarus.by/docs/-1787.pdf>. — Дата доступа: 15.05.2016.
4. *Mulazzanin, L.* Is there coherence in the European Union's strategy to guarantee the supply of fish products from abroad? / L. Mulazzanin, G. Malorgio // *Marine Policy*, 2015. — 52. — pp. 1–10.
5. Продовольственный прогноз, публикуемый два раза в год: анализ состояния мировых рынков продовольственных товаров. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i3915r.pdf>. — Дата доступа: 20.03.2016.
6. Обзор мирового рынка рыбы 2015 / Международная маркетинговая группа. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.marketing-ua.com/articles.php?articleId=4500>. — Дата доступа: 20.03.2016.
7. *Агеец, В.Ю.* Рыболовство в мировой аквакультуре / В.Ю. Агеец // *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук.* — 2014. — № 2. — С. 86–93.
8. Обзор национального рыболовческого сектора (НАСО) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.fao.org/fishery/country-sector/naso_belarus/ru. — Дата доступа: — 20.08.2015.
9. *Ким, Г.Н.* Сенсорный анализ продуктов переработки рыбы и беспозвоночных: учебное пособие. / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова, Е.В. Мегеда СПб. : Издательство «Лань», 2014. 512 с.
10. *Иванова, Е.Е.* Развитие теории и практики технологий рациональной переработки рыб, акклиматизированных на Юге России : Дис. д-ра техн. наук : 05.18.04 : Калининград, 2004, 361 с.
11. *Alasalvar, C.* Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications / C. Alasalvar, K. Miyashita, F. Shahidi, U. Wanasundara. — John Wiley & Sons, 2011. — 576 p.
12. Sensory Evaluation of Fish Freshness [Электронный ресурс] / E.Martinsdyttir [et al.]. — Reference manual for the fish sector, QIM-Eurofish [etc.]: The Netherlands, 2001. — Режим доступа: <http://www.qim-eurofish.com>. — Дата доступа: 11.07.2016.
13. *Martinsdyttir, E.* Quality management of stored fish. In: Bremner A, editor. Safety and quality issues in fish processing. Hirtshals: Woodhead Publishing Ltd.; 2002. pp. 360–378.
14. Handbook of Seafood and Seafood Products Analysis/ Leo M.L. Nollet Fidel Toldra [et al.]; ed. — CRC Press Taylor & Francis Group, USA, 2010. — 910 p.
15. Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality / Leo M.L. Nollet [et al.]; ed.: Leo M.L. Nollet — 2nd ed. — WILEY-BLAKWELL A John Wiley & Sons, Inc, USA, 2012. 564 p.
16. Органолептический анализ. Общее руководство по проектированию лабораторных помещений: ГОСТ ISO 8589-2014 — Введ. 01.01.2016. — Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2016 — 16с.

References

1. Gusakov V.G. Food security of the Republic of Belarus in the conditions of functioning of the Eurasian Economic Union. Monitoring-2015. *Minsk: Institut sistemnyih issledovaniy v APK NAN Belarusi* [Minsk: Institute for System Studies in the Agroindustrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus], 2016, part 2, p. 141 (in Russian).
2. State of world fisheries and aquaculture, 2014. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i3720r.pdf> (accessed 15 May 2016).
3. The fishing industry of the Republic of Belarus. The National Agency for Investments and Privatization. Available at: <http://www.investinbelarus.by/docs/-1787.pdf>. (accessed: 15 May 2016).
4. Mulazzanin L., Malorgio G. Is there coherence in the European Union's strategy to guarantee the supply of fish products from abroad? *Marine Policy*, 2015, vol. 52, pp. 1–10.
5. Food forecast published twice a year: analysis of the state of the world food markets. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i3915r.pdf> (accessed 20 March 2016).
6. World Fish Market Survey 2015. International Marketing Group. Available at: <http://www.marketing-ua.com/articles.php?articleId=4500> (accessed March.2016).
7. Ageets, V.Yu. Fisheries in world aquaculture. *Izvestiya Natsionalnoy akademii nauk Belarusi. Seriya agrarnyih nauk* [News of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of Agricultural Sciences], 2014, no. 2, pp. 86 — 93 (in Russian).

8. Review of the National Fish Sector (NASO). Available at: http://www.fao.org/fishery/country-sector/naso_belarus/ru (accessed 20 August 2015).
9. Kim G.N. (ed.) *Sensory analysis of fish and invertebrate products*. St.Petersburg, Lan Publ., 2014. 512 p. (in Russian).
10. Ivanova, E. E. *Razvitie teorii i praktiki tehnologiy ratsionalnoy pererabotki ryib, akklimatizirovannykh na Yuge Rossii*. Diss. doct. tech. nauk [Development of theory and practice of technologies for rational processing of fish acclimatized in the South of Russia. Dr. tech. diss.]. Kaliningrad, 2004. 361 p.
11. Alasalvar, C. Miyashita K., Shahidi F., Wanasundara U. *Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications*, John Wiley & Sons Publ., 2011, 576 p.
12. *Sensory Evaluation of Fish Freshness Reference manual for the fish sector, QIM-Eurofish [etc.]*: Available at: <http://www.qim-eurofish.com> (accessed 11 July 2016).
13. Martinsdyttir E., Bremner A. *Quality management of stored fish. Safety and quality issues in fish processing*, Hirtshals, Woodhead Publ., 2002. p. 360-378.
14. Leo M.L. Nollet Fidel Toldra. (ed.) *Handbook of Seafood and Seafood Products Analysis USA*, CRC Press Taylor & Francis Group Publ., 2010, 910 p.
15. Leo M.L. Nollet (ed.) *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*, 2nd ed. USA, WILEY-BLAKWELL A John Wiley & Sons, Inc Publ., 2012, 564 p.
16. GOST ISO 8589-2014 *Organolepticheskiy analiz. Obshee rukovodstvo po proektirovaniyu laboratornykh pomescheniy* [Sensory analysis. General guidance for the design of test rooms]. Moscow : Standartinform Publ., 2016. 16 p.

Информация об авторах

Почицкая Ирина Михайловна — кандидат сельскохозяйственных наук, начальник Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, Национальная академия наук Беларуси (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: pochitskaja@yandex.ru

Комарова Наталья Викторовна — кандидат технических наук, заведующая лабораторией физико-химических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, Национальная академия наук Беларуси (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: aleco-2006@tut.by

Красовская Елена Сергеевна — научный сотрудник — руководитель группы ГМО лаборатории физико-химических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию, Национальная академия наук Беларуси (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: gagara.7878@mail.ru

Information about authors

Pochitskaya Irina Mihaylovna — PhD in Agricultural sciences, head of the Republican Control and Test Complex for Food Quality and Safety, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Foodstuffs, the National Academy of Sciences of Belarus (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pochitskaja@yandex.ru

Komarova Natalya Viktorovna — PhD. in Engineering sciences, head of the Laboratory of Physical and Chemical Research the Republican Control and Test Complex for Food Quality and Safety, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Foodstuffs, the National Academy of Sciences of Belarus (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: aleco-2006@tut.by

Krasovskaya Elena Sergeevna — Research Associate — head of the GMO Group of the Laboratory of Physical and Chemical Research of the Republican Control and Test Complex for Food Quality and Safety, the Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Foodstuffs, the National Academy of Sciences of Belarus (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gagara.7878@mail.ru

О.Л. Пермякова, И.М. Почицкая

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

КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ N-НИТРОЗАМИНОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Аннотация: В последнее время в странах Евразийского союза активно ведется программа защиты населения от некачественных товаров. Одним из направлений реализации данной задачи является мониторинг содержания вредных для здоровья человека веществ, таких как пестициды, антибиотики, консерванты, красители и малоизвестные N-нитрозамины, содержащиеся в самых популярных продуктах питания. Важной проблемой является изучение и анализ современных методов исследований и контроля содержания нитрозосоединений.

В настоящей статье отражены результаты исследований по изучению содержания нитрозосоединений в пищевых продуктах современными методами, что способствует обеспечению населения безопасными продуктами питания.

Проанализированы экзогенный и эндогенный пути образования N-нитрозосоединений в окружающей среде и пищевых продуктах, а также их влияние на человеческий организм. Рассмотрены современные методы определения содержания данных канцерогенов. Представлена информационная сводка по исследованию нитрозаминов за период 2014–2016 гг. в различных продуктах питания в лаборатории хроматографических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса РУП «Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». Превышений предельно-установленных концентраций нитрозаминов не выявлено. Это говорит о том, что пищевая промышленность за последнее время вышла на новый, более безопасный уровень производства пищевых продуктов.

Ключевые слова: N-нитрозамины, нитрозирование, ВЭЖХ

I.M. Potchitskaya, O.L. Permyakova

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

CONTROL OF N-NITROSAMINES CONTENT IN FOOD PRODUCTS

Abstract: Recently, the countries of the Eurasian Union are actively pursuing a program on protection of the public from low-quality goods. One of the directions of this objective is the control of the content of substances harmful to human health, such as pesticides, antibiotics, preservatives, colorants, and little-known N-nitrosamines which are contained in the most popular food products. Study and analysis of new methods of research and control of nitroso compounds content is an important issue.

In consideration of the forgoing, the article is dedicated to the researches which are aimed at studying of nitroso compounds content in food products by modern means, which contribute to provision of the population with safe products in this area.

Exogenous and endogenous ways of formation of N-nitroso compounds and detection of these organic compounds in the environment and food products are analyzed. The latest tendencies of the world’s scientific researches on the nitroso compounds influence on a human body are studied. Modern methods of the detection of the carcinogens are considered. There is provided an information summary for the period of 2014–2016 on the nitrosamine research in various food products which was compiled by the Republican Control and Testing Complex for Foodstuffs Quality and Safety of the RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”. Exceeds of the limit concentration levels were not identified. That shows that foodstuffs industry has achieved a new and safer level of food production.

Key words: N-nitrosamines, nitrosation, HPLC

Введение. Актуальность вопросов безопасности пищи возрастает с каждым годом, поскольку обеспечение должного качества пищевого сырья и продуктов питания является одним из основных факторов, определяющих здоровье человека. Управление гигиенической безопасностью продуктов входит в число приоритетных задач государственной политики в области здорового питания и является необходимым условием обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [1].

Среди потенциально опасных для здоровья человека веществ, обнаруженных в продуктах питания, особую опасность представляют N-нитрозосоединения (НС), из которых высокой канцерогенной активностью обладают алифатические и некоторые циклические N-нитрозамины (НА), обнаруженные в 70-х годах XX ст. с помощью термохемилюминесцентного метода [3].

Цели и задачи. N-нитрозамины образуются в результате реакции органических аминов и их производных с нитрозирующими соединениями и имеют различную степень устойчивости. Так, нитрозамины, полученные из первичного амина, быстро разрушаются, из третичного — не образуются, наиболее стабильными являются соединения, образованные из вторичных аминов. Предшественники нитроаминов, в свою очередь, могут быть получены из пестицидов и гербицидов, а также азотных удобрений. В пищевых продуктах нитроамины образуются при взаимодействии оксида азота с аминами, путем гидрирования нитрита в кислой среде до гидронитроксида. В дальнейшем при образовании ангидрида азота последний отщепляет нитрозогруппу на амины в пищевых продуктах для получения N-нитроаминов. Имеются данные, что в некоторых овощах нитрат восстанавливается до нитрита микроорганизмами во время ферментации. В результате, происходит декарбоксилирование аминокислот микробальным ферментом. Реакция нитрозирования может также возникать в желудке в результате взаимодействия оксида азота из нитрита или нитрата с аминами в кислом состоянии (рН от 3 до 4). На рис. 1 представлена реакция образования нитроаминов [2].

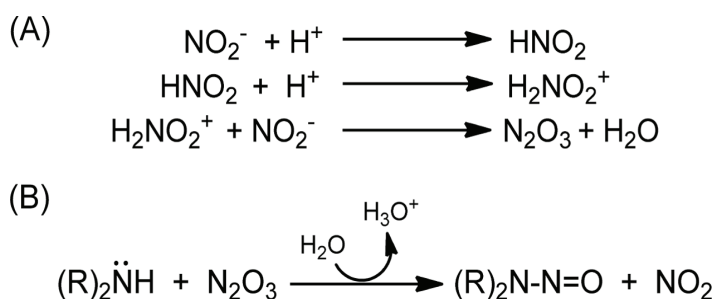


Рис. 1. Реакция образования нитроаминов (А — образование азотистого ангидрида из нитрита, В — нитрозирование из ангидрида азота и амина)

Fig. 1. Reaction of nitrosamine formation (A — formation of nitrous anhydride from nitrite, B — nitrosation from anhydride of nitrogen and amine)

N-нитроамины обладают высокой реакционной способностью и стойкостью в окружающей среде, накапливаются в воде, воздухе, почве. Эти соединения содержатся в пищевых и промышленных продуктах, сельскохозяйственных ядохимикатах, лекарствах и др., причем наиболее часто обнаруживаются N-нитрозодиметиламин (НДМА) и N-нитрозодиэтиламин (НДЭА) [4]

Интересным фактом также является образование нитрозодиметиламина (НДМА) при процедуре производства пива, а именно — при обжиге (сушке) солода с использованием газо-воздушного носителя, имеющего в своем составе оксиды азота [3]. Последний реагирует с аминами, такими как грамин и хординин в солоде [2].

Содержание нитроаминов изменяется в зависимости от способа приготовления, температуры, времени, влажности пищи или состава жира. Температура обработки продуктов в диапазоне 99–185 является наиболее эффективной для ускорения процесса нитрозообразования. При температурах ниже 100 не обнаруживаются N-нитрозопирролидин (НПИР) или N-нитрозопролин. На содержание НПИР и НДМА оказывают влияние содержание жира и увеличение времени приготовления пищи [7].

Было высказано предположение, что бактериальный биохимический путь может способствовать образованию нитроаминов во время ферментации (например, при изготовлении сыров). Микроорганизмы уменьшают нитрат до нитрита, деградируют белки до вторичных аминов и создают подходящую среду (слегка кислая). Микроорганизмы в дикой природе, включая бактерии и дрожжи, используют нитрит и нитрат для роста, и генерируют нитрозирующее соединение в этом процессе. Декарбоксилирование аминокислот микробальным ферментом является хорошо известной реакцией в ферментации и важным путем получения предшественников нитроаминов. Микробиологический синтез полиамина после декарбоксилирования аминокислот обеспечивает предшественниками амина для циклических N-нитроаминов (N-нитрозопиперидин и N-нитрозопирролидин) [2].

Важен контроль нитрозаминов в воде, поскольку они были идентифицированы как побочные продукты дезинфекции в хлорированных водах. Как хлорамизация, так и хлорирование поверхностных и грунтовых вод приводят к образованию НДМА путем реакции между монохлораминами и органическим азотсодержащим предшественником, таким как диметиламин (ДМА). Однако нет данных об источниках диметиламина в естественных водах. Вероятно, аммиак (NH_3) в природных водах реагирует с хлором (Cl_2), образуя хлорамины, что может увеличить скорость образования нитрозаминов [6].

Нитрозамины достаточно стабильны и способны длительное время циркулировать в окружающей среде, приводя к загрязнению различных объектов. Стабильность и вездесущность основываются на хорошей водорастворимости нитрозаминов, способных самопроизвольно распадаться до электрофильных продуктов. Последние способны реагировать с нуклеофильными группами ДНК, РНК и белков и алкилировать их. Большая часть нитрозаминов (свыше 99 %) метаболизируется в желудочно-кишечном тракте (желудке, кишечнике и печени) [9].

Данного вида соединения являются доказанными канцерогенами, способны вызвать онкологические заболевания (даже очень маленькие их дозы). В больших концентрациях они поражают печень и почки, вызывают мутации (гепатотоксический и нефропатический эффекты) [10]. Наиболее значимый биологический эффект нитрозосоединений — тератогенный (нарушения процесса эмбриогенеза) [11]. Классификация нитрозаминов, разработанная Международным агентством по изучению рака (IARC), представлена на рис.2.

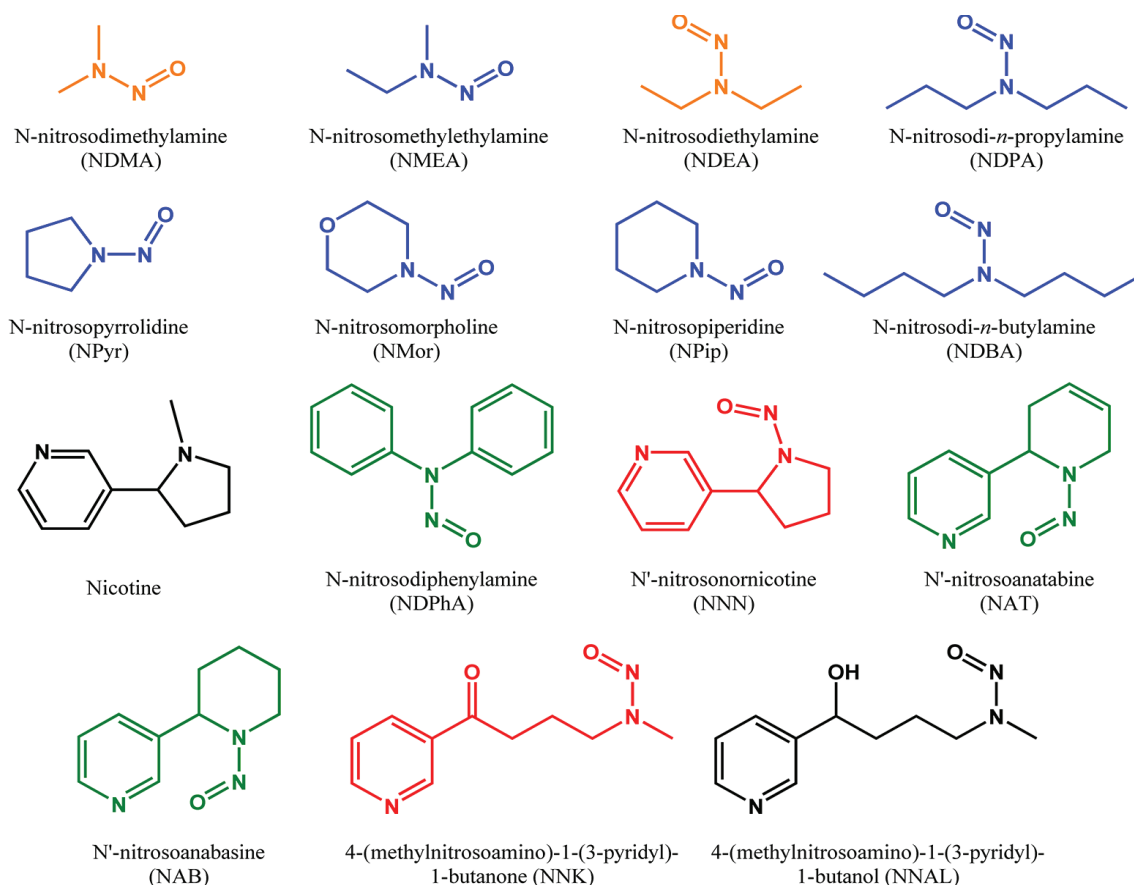


Рис. 2. Химические структуры основных N-нитрозаминов, специфических для табака нитрозаминов, никотина и их соответствующие классификации IARC: (красная) группа 1, известная, как канцерогены для человека; (оранжевая) группа 2A, вероятный канцероген для человека; (синяя) группа 2B, возможный канцероген для человека; и (зеленая) группа 3, не классифицируется по своей канцерогенности для людей [8]

Fig. 2. Chemical structures of basic N-nitrosamines, tobacco-specific nitrosamines, nicotine and their respective classifications IARC: (red) group 1, known as human carcinogens; (orange) group 2A, a probable human carcinogen; (blue) group 2B, possible carcinogen for humans; and (green) group 3, is not classified by its carcinogenicity to humans [8]

Актуальность изучения нитрозаминов заключается не только в причинно-следственном аспекте, но и в промежуточном звене — количественном определении содержания этих органических соединений в окружающей среде, воде и пищевых продуктах.

Высокое качество и безопасность пищевой продукции для потребителя должно обеспечиваться в первую очередь благодаря адекватной нормативной базе, в т.ч. законов, постановлений правительства, технических регламентов Таможенного союза, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов и иных нормативных актов, обязательных для всех организаций и граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, деятельность которых осуществляется в области производства, ввоза и оборота пищевых продуктов, а также организации услуг в сфере общественного питания и торговли пищевыми продуктами [5].

В настоящее время в РБ утверждены и действуют около десяти технических регламентов, устанавливающих требования к безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов:

- ♦ «ТР ТС 015/2011 — О безопасности зерна»;
- ♦ «ТР ТС 033/2013 — О безопасности молока и молочной продукции»;
- ♦ «ТР ТС 024/2011 — Технический регламент на масложировую продукцию»;
- ♦ «ТР ТС 023/2011 — Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей»;
- ♦ «ТР ТС 034/2013 — О безопасности мяса и мясной продукции»;
- ♦ «ТР ЕАЭС 040/2016 — О безопасности рыбы и рыбной продукции»;
- ♦ «ТР ТС 021/2011 о безопасности пищевой продукции».

Кроме того, гигиенические нормативы безопасности пищевых продуктов для человека установлены в СаПиНиГн № 52 от 21.06.2013, а также ЕСЭиГТ № 299 от 28.05.2010.

Данные документы регламентируют предельно допустимые концентрации нитрозаминов, составляющих для мяса, колбасных изделий, мясных консервов не более 0,002 мг/кг; для копченых мясных изделий — 0,004 мг/кг; для рыбы и изделий из рыбы, пива — 0,003 мг/кг.

Методы исследований. Основными методами определения нитрозаминов являются: высокоэффективная жидкостная хроматография с применением флуориметрического детектора, газовая хроматография и тандемная масс-спектрометрия.

Анализ нитрозаминов осложняется трудностями выделения и концентрирования пробы ввиду высокой летучести этих соединений.

Важными требованиями, предъявляемыми к методам анализа нитрозаминов, являются высокая чувствительность, хорошая избирательность и достоверность получаемых результатов. Основные этапы пробоподготовки включают выделение искомого вещества, предварительную очистку, концентрирование, дополнительную очистку, получение производных, анализ и подтверждение полученных результатов. Выделение и очистка представляют собой ответственные стадии, обеспечивающие в значительной степени достоверности анализа.

Результаты и обсуждение. В настоящее время вопросами контроля содержания нитрозаминов в пищевых продуктах занимается хроматографическая лаборатория РУП «Научно-практический центр Национальной академии на Беларуси по продовольствию». В лаборатории проводится контроль содержания суммы НДМА и НДЭА в пищевых продуктах зарубежных и отечественных производителей. Проведение данного рода испытаний позволяет существенно снизить количество продукции с высоким содержанием данных соединений на отечественном рынке.

Для определения N-нитрозаминов используется Инструкция № 107-1006-2007 «Методика определение нитрозаминов в пищевых продуктах и продовольственном сырье хроматографическими методами». Метод определения N-нитрозаминов заключается в выделении летучих N-нитрозаминов путем перегонки паром; экстракции хлористым метилом N-нитрозаминов из водного дистиллята; концентрации экстракта; денитрозировании N-нитрозаминов бромистым водородом в уксусной кислоте до соответствующих аминов; синтезе производных полученных аминов с 1-диметиламино-5-науталансульфохлоридом (дансилхлоридом), разделении и количественном определении образовавшихся производных на жидкостном хроматографе с флуоресцентным детектором [12].

За период 2014–2016 гг. в лаборатории Центра по продовольствию было исследовано более 8 тыс. образцов морской и пресноводной рыбы, свыше 3 тыс. образцов мясной продукции и около 800 образцов пива и пивоваренного солода (рис. 3).

Превышения ПДК в представленных образцах выявлено не было, однако, благодаря высокой чувствительности и избирательности флуориметрического детектора, составляющей 0,5 нг, в неко-

торых образцах рыбы обнаружено незначительное содержание НА, не превышающее ПДК. Частота встречаемости исследуемых нитрозаминов (суммы НДМА и НДЭА) в морской и пресноводной рыбе различается (рис. 4).

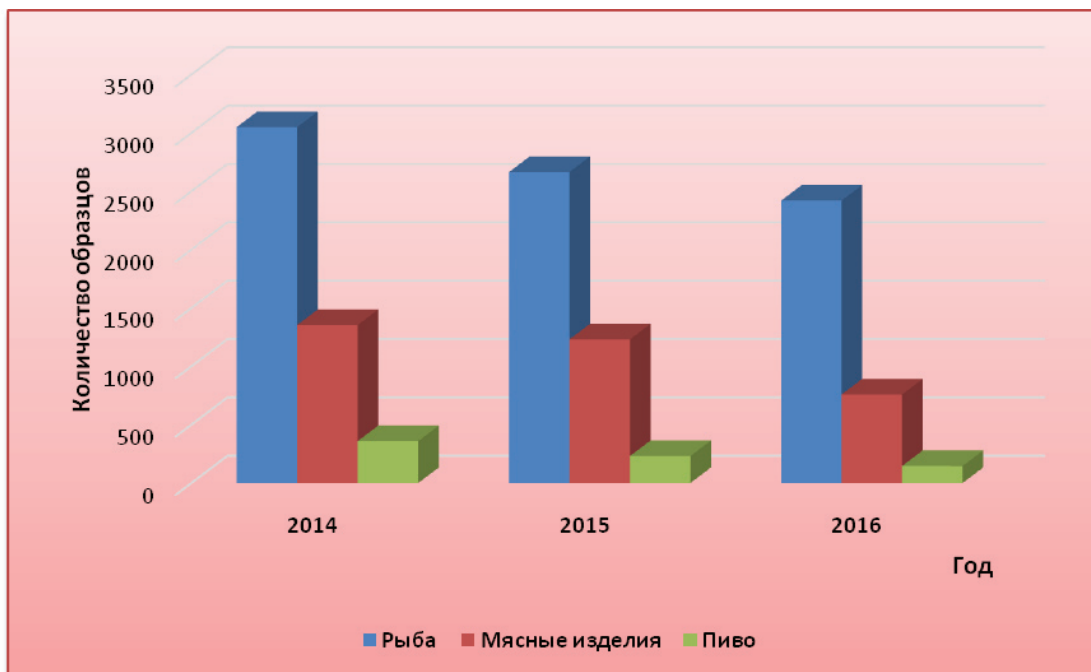


Рис. 3. Количество исследуемой продукции по содержанию нитрозаминов за 2014–2016 гг.
Fig. 3. The number of products tested for nitrosamine content for 2014–2016



Рис. 4. Содержание НА в морской и пресноводной рыбе
Fig. 4. Content of NA in marine and freshwater fish

Исследование образцов мяса, мясной продукции, пива и пивоваренного солода показали, что превышение содержания нитрозаминов в них обнаружено не было. В целом данная тенденция прослеживается и в мировой практике. В первую очередь это связано с совершенствованием технологии производства. Так, при производстве пива применяются новые способы солодоращения, а в мясной промышленности используются антиоксиданты — аскорбиновая кислота и альфа-токоферол [13].

Выводы. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что количественное содержание нитрозаминов за последнее время снизилось и не превышает предельно допустимые концентрации. Данный факт говорит о положительной тенденции в решении вопроса технологии производства пищевых продуктов, а также о профилактике образования нитрозаминов на любой стадии их синтеза.

Список использованных источников

1. Павлов, Н.Н. Риски для здоровья детей и подростков, обусловленные контаминацией пищевых продуктов и сырья местного производства: дис. ... к-т мед. наук.: 14.02.01/ Н.Н. Павлов. — Волгоград, 2014. — 150 с.
2. Distribution of Seven N-Nitrosamines in Food [Electronic resource] / Jong-eun Park, Jung-eun Seo, Jee-yeon Lee and Hoonjeong Kwon. — Toxicol Res. 2015 Sep; 31(3): 279–288 — Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4609975/>. — Date of access: 15.08.2017.
3. Шутюк, В.В. Исследование процесса образования N-нитрозодиметиламина в процессе сушки пивоваренного солода / В.В. Шутюк, А.С. Бессараб, С.М. Василенко, В.Н. Ковбаса // Сб. науч. тр. / Национальный университет пищевых технологий. Хранение и переработка зерна. — 2014. — № 2. — С. 50–53.
4. Зайцева, Н.В. Разработка газохроматографического метода определения высокотоксичных N-нитрозаминов (N-нитрозодиметиламин, N-нитрозодиэтиламин) в биологических средах (моча) / Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Н.А. Попова // ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. — Гигиена и санитария. — 2014. — № 3. — С. 88–92.
5. Закревский, В.В. Государственная система надзора за безопасностью пищевых продуктов в России / В.В. Закревский, В.А. Зуйков, А.В. Закревская // Сб. науч. тр. / Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова. — 2010.: Экология человека 2010.09. — С. 3–8.
6. Ingestion Exposure to Nitrosamines in Chlorinated Drinking Water [Electronic resource] / HeKap Kim and Kichan Han — Environ Health Toxicol. 2011 Mar; 26. Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3214982/>. — Date of access: 24.08.2017.
7. Li, L. Influence of various cooking methods on the concentrations of volatile N-nitrosamines and biogenic amines in dry-cured sausages / L. Li, P. Wang, X. Xu, G. J. Zhou // J. Food Sci. — 2012. — Vol. 77, № 5. — P. 560–565.
8. Farren, N.J. Estimated Exposure Risks from Carcinogenic Nitrosamines in Urban Airborne Particulate Matter / N.J. Farren, N. Ramnrez, J.D. Lee, E. Finessi, A.C. Lewis, J.F. Hamilton // Environ. Sci. Technol. — 2015. — Vol. 49, № 16. — P. 9648–9656.
9. Song, P. Dietary Nitrates, Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis / P. Song, L. Wu, W. Guan // J. Nutrients — 2015. — № 7. — P. 9872–9895.
10. Галачиев, С.М. Возможности эндогенного образования нитрозаминов желудочном соке *in vitro* / С.М. Галачиев, Л.М. Макоева, Ф.К. Джюев, Л.Х. Хаева // Северо-Осетинская государственная медицинская академия. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2011. — том 13, № 1(7). — С. 1678–1680.
11. Гордеева, Л.А. Генетические особенности метаболизма ксенобиотиков и предрасположенность к патологии беременности. Часть 1 / Л.А. Гордеева, Е.Н. Воронина, А.Н. Глушков // Научно-практический медицинский журнал. Медицина в Кузбассе. — 2016. — Т.15, № 2. — С. 8–16.
12. Методика определения нитрозаминов в пищевых продуктах и продовольственном сырье хроматографическими методами: Инструкция № 107-1006-2007. — Введ. 05.01.07. — Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь: ГУ «Респуб. научно-практический центр гигиены», 2007. — 16 с.
13. Method for inhibiting nitrosamine formation in anion exchange resins: pat.US 9216411 B2 USA, B 01 J 41/04; B 01 J 47/00; B 01 J 47/04; C 08 G 14/06; C 08 K 5/32 / Chris Raymond Eicher, Daryl John Gisch; applicant DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (Midland, MI) — ID 45065806; appl. 27.12.11; publ. 22.12.15.

REFERENCES

1. Pavlov N.N. Riski dlya zdorov'ya detey i podrostkov, obuslovlennyye kontaminatsiyey pishchevykh produktov i syr'ya mestnogo proizvodstva. Diss. ... k-t med. nauk [*Risks for the health of children and adolescents, caused by contamination of food and raw materials of local production. Cand. med. sci. diss.*]: Volgograd, 2014. 150 p.
2. Distribution of Seven N-Nitrosamines in Food [Electronic resource] / Jong-eun Park, Jung-eun Seo, Jee-yeon Lee and Hoonjeong Kwon. — *Toxicol Res.* 2015 Sep; 31(3): 279–288 — Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4609975/>. — Date of access: 15.08.2017.
3. Shutyuk V.V., Bessarab A.S., Vasilenko S.M., Kovbasa V.N. Issledovaniye protsessa obrazovaniya N-nitrozodimetilamina v protsesse sushki pivovarennogo soloda [*Study of the process of N-nitrosodimethylamine formation in the process of brewing malt drying*]. Sb. nauch. tr. "Natsional'nyy universitet pishchevykh tekhnologiy. Khraneniye i pererabotka zerna" [*Sat. sci. tr. « National University of Food Technologies. Storage and processing of grain»*], 2014, no. 2, pp. 50–53.
4. Zaytseva N.V., Ulanova T.S., Nurislamova T.V., Popova N.A. Razrabotka gazokhromatograficheskogo metoda opredeleniya vysokotoksichnykh N-nitrozaminov (N-nitrozodimetilamin, N-nitrozodietilamin) v biologicheskikh sredakh (mocha) [*Development of a gas chromatographic method for the determination of highly toxic N-nitrosamines (N-nitrosodimethylamine, N-nitrosodiethylamine) in biological media (urine)*]. FBUN «Federal'nyy nauchnyy tsentr mediko-profilakticheskikh tekhnologiy upravleniya riskami zdorov'yu naseleniya» Federal'noy sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka. Gigiyena i sanitariya. [*Federal Research Center for Medico- prophylactic technologies for managing public health risks "of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare. Hygiene and sanitation*], 2014, no 3, pp. 88–92.
5. Zakrevskiy V.V., Zuykov V.A., Zakrevskaya A.V. Gosudarstvennaya sistema nadzora za bezopasnost'yu pishchevykh produktov v Rossii. [*State system of food safety surveillance in Russia*]. Sb. nauch. tr. Sankt-Peterburgskaya gosudarstvennaya meditsinskaya akademiya im. I. I. Mechnikova. "Ekologiya cheloveka" [*Coll. sci. St. Petersburg State Medical Academy. I. I. Mechnikov "Human Ecology"*], 2010, no. 09, pp. 3–8.
6. Ingestion Exposure to Nitrosamines in Chlorinated Drinking Water [Electronic resource] / Hekap Kim and Kichan Han — *Environ Health Toxicol.* 2011 Mar; 26. Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3214982/>. — Date of access: 24.08.2017.
7. Li L. Influence of various cooking methods on the concentrations of volatile N-nitrosamines and biogenic amines in dry-cured sausages / L. Li, P. Wang, X. Xu, G. J. Zhou // *J. Food Sci.* — 2012. — Vol. 77, № 5. pp. 560–565.
8. Farren N.J. Estimated Exposure Risks from Carcinogenic Nitrosamines in Urban Airborne Particulate Matter / N.J. Farren, N. Ramirez, J.D. Lee, E. Finessi, A.C. Lewis, J.F. Hamilton // *Environ. Sci. Technol.* — 2015. — Vol. 49, № 16. — pp. 9648–9656.
9. Song P. Dietary Nitrates, Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis / P. Song, L. Wu, W. Guan // *J. Nutrients.* — 2015. — № 7. — pp. 9872–9895.
10. Galachiyev S.M., Makoyeva L.M., Dzhioyev F.K., Khayeva L.H. Vozmozhnosti endogennoy obrazovaniya nitrozaminov v zheludochnom soke in vitro [*Possibilities of endogenous formation of nitrosamines in gastric juice in vitro*]. Severo-Osetinskaya gosudarstvennaya meditsinskaya akademiya «Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk» [*North Ossetian State Medical Academy "Izvestiya of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"*], 2011, vol. 13, no. 1(7), pp. 1678–1680.
11. Gordeyeva L.A., Voronina E.N., Glushkov A.N. Geneticheskiye osobennosti metabolizma ksenobiotikov i predispozitsionnaya k patologii beremennosti. Chast' 1 [*Genetic features of xenobiotic metabolism and predisposition to pregnancy pathology. Part 1*]. Nauchno-prakticheskiy meditsinskiy zhurnal "Meditsina v Kuzbasse" [*Scientific and practical medical journal «Medicine in the Kuzbass»*], 2016, vol. 15, no. 2, pp. 8–16.
12. Instruktsiya № 107-1006-2007. Metodika opredeleniya nitrozaminov v pishchevykh produktakh i prodovol'stvennom syr'ye khromatograficheskimi metodami [*Instruction No. 107-1006-2007. Method*

for determination of nitrosamines in food products and food raw materials by chromatographic methods]. Minsk, Ministerstvo zdravookhraneniya Respubliki Belarus', GU "Respub. nauchno-prakticheskiy tsentr gigiyeny" [Ministry of Health of the Republic of Belarus, PI "Respub. scientific and practical center of hygiene"], 2007. 16 p.

13. Method for inhibiting nitrosamine formation in anion exchange resins: pat. US 9216411 B2 USA, B 01 J 41/04; B 01 J 47/00; B 01 J 47/04; C 08 G 14/06; C 08 K 5/32 / Chris Raymond Eicher, Daryl John Gisch; applicant DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (Midland, MI) — ID 45065806; appl. 27.12.11; publ. 22.12.15.

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

Пермякова Ольга Леонидовна — инженер-химик I категории 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

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

Permyakova Olga Leonidovna — the 1st grade chemical engineer 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: Volha.Leonidovna@tut.by

З.В. Ловкис¹, И.В. Бубырь²

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

²*УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, Республика Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ФЕНОЛОВ В ПРЕСНОВОДНОЙ РЫБЕ В ПРОЦЕССЕ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ

Аннотация: Значение рыбы в питании человека очень велико, так как в природе существует немного продуктов, одновременно богатых аминокислотами, витаминами, минеральными элементами, полиненасыщенными жирными кислотами, которые необходимы для нормального функционирования всех систем организма. Качество копченой продукции зависит от химического состава сырья, параметров и состава коптильной среды, количества коптильных компонентов, диффундировавших в продукт и других факторов. В работе приведены результаты исследований химического состава рыбного сырья, образцов коптильного дыма, полученного из ольхи и разных видов плодовой древесины по содержанию коптильных компонентов, обеспечивающих высокое качество и безопасность готовой продукции. Осуществлен подбор смесей опилок различных видов древесины с максимальным количеством коптильных соединений. Представлены показатели содержания фенольных компонентов в толще мяса рыбы в зависимости от времени копчения, установлены аналитические зависимости. Определены органолептические показатели качества пресноводной рыбы холодного копчения.

Ключевые слова: холодное копчение, фенольные соединения, рыба, безопасность, качество

Z.V. Lovkis¹, I.V. Bubyr²

¹*RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus*

²*UO “Polesky State University”, Pinsk, Republic of Belarus*

STUDY OF THE ACCUMULATION OF PHENOLS IN FRESHWATER FISH IN THE COLD SMOKING PROCESS

Abstract: The importance of fish in human nutrition is very high, since in nature there are few products that are simultaneously rich in amino acids, vitamins, mineral elements, polyunsaturated fatty acids, which are necessary for the normal functioning of all body systems. The quality of smoked products depends on the chemical composition of raw materials, the parameters and composition of the smoking environment, the number of smoking components diffusing into the product and other factors. The paper presents the results of studies of the chemical composition of fish raw materials, samples of smoking smoke obtained from alder and various types of fruit wood in terms of the content of smoking components that ensure high quality and safety of the finished product. A selection of mixtures of sawdust of various types of wood with the maximum number of smoke compounds was carried out. The indicators of the phenol components content in the fish meat thickness are presented depending on the smoking time, analytical dependencies are established. Organoleptic indicators of the quality of cold-smoked fresh-water fish have been determined.

Keywords: cold smoking, phenol compounds, fish, safety, quality

Введение. Рыба является уникальным продуктом с точки зрения пищевой ценности, обладая полным набором незаменимых аминокислот, сбалансированным составом жирных кислот, богатым содержанием минеральных элементов и витаминов. Часто употребляя рыбу и продукты её переработки можно снизить риск развития различных заболеваний сердечнососудистой, нервной, эндокринной систем, избежать инсульта и инфаркта миокарда. Несмотря на то, что потребление рыбы населением Республики Беларусь постоянно растет, оно еще далеко от требуемых физиологических норм.

В Западной Европе, например, степень благосостояния государства и его населения, в большой мере, определяется уровнем потребления рыбных продуктов, где на человека приходится 30–40 кг рыбы в год, в то время как в Исландии, этот показатель равняется 90,1 кг, в Японии – от 78 до 84 кг [1], а в Республике Беларусь – около 16 кг в год на душу населения.

Рыбоперерабатывающие предприятия и цехи переработки рыбы постоянно расширяют ассортимент выпускаемой продукции, который представлен консервами, пресервами, копченой, вяленой, сушеной, соленой рыбой, кулинарной продукцией [2], при этом чаще используют морскую и океаническую рыбу, а не пресноводную. Поэтому разработка технологий переработки пресноводной рыбы для получения качественной, безопасной продукции очень актуальна для Республики Беларусь, не имеющей выхода к морю.

Одним из способов консервирования рыбы является копчение, обеспечивая антиокислительный, бактерицидный, антипротеолитический и другие эффекты [3, 4].

В настоящее время актуальной является проблема регулируемого воздействия коптильных компонентов на качество готовой продукции [5, 6]. Ученые, переработчики рыбы, врачи постоянно спорят о количестве коптильных компонентов в продукте, определяемых по фенольному показателю, и рекомендуют уменьшить его до 2–4 мг/100 г, вместо принятых для рыбы холодного копчения 9–18 мг/100 г, что сохранит не только все выраженные эффекты копчения, но и повысит безопасность готовой продукции [7].

Мнение исследователей о глубине проникновения различных компонентов дыма в рыбные изделия неоднозначно. Некоторые считают, что накопление фенолов и альдегидов происходит главным образом послыоного, другие полагают, что дым концентрируется преимущественно на поверхности и очень мало проникает в глубину продукта [8, 9].

Целью исследований являлось определение влияния коптильной среды, полученной из разных смесей древесного сырья, на количество фенолов в пресноводной рыбе в процессе холодного копчения и качественные характеристики готового продукта.

Методика и объекты исследований. В качестве объекта исследований были выбраны карп (*Cyprinus carpio*) и сом (*Silurus glanis*), соответствующие ГОСТ 24896-2013 [10], разделанные в соответствии с ГОСТ 11482-96 [11]. Для получения коптильной среды применяли разработанную и изготовленную экспериментальную коптильную установку и опилки, полученные из древесины абрикоса, ольхи, сливы, вишни, груши и яблони. Все образцы опилок измельчали до 0,2 – 0,3 см и подсушивали до влажности 40 %.

Содержание фенолов в копченой рыбе определяли по методу, описанному В. И. Курко [12]. Кусочек копченой рыбы (25 г) измельчали на мясорубке и гомогенизировали вместе со 100 мл смеси этилового спирта и воды (1:1). Экстракт фильтровали и охлаждали. Затем к 5 мл экстракта добавляли 5 мл 0,5 %-ного раствора бората натрия и 1 мл 2,6-ди-хлорхинонхлоримида (0,05 % в 7 %-ном спирте), оставляли на 30 мин для развития окраски. Образующийся синий индофенол экстрагировали 10 мл бутилового спирта, насыщенного 2 %-ным раствором аммиака. После разделения в делительной воронке окрашенный в синий цвет раствор бутилового спирта фильтровали. Интенсивность окраски измеряли на спектрофотометре Сарту-50 при длине волны 635 нм. Калибровочную кривую выполняли по гваяколу. По оси ординат откладывали количества гваякола, соответствующие данной оптической плотности (в сотых долях миллиграмма); на оси абсцисс — соответствующие значения оптической плотности [12].

Расчет проводили по формуле:

$$X = \frac{db \cdot 100}{am}, \text{ мг \%},$$

где *d* — количество фенола, найденное по калибровочной кривой для данной оптической плотности, мг; *a* — количество экстракта, взятое на определение, мл; *b* — количество водно-спиртового экстракта, мл; *m* — навеска, г.

Результаты и их обсуждение. Для изучения влияния коптильной среды на количество фенолов в мясе рыбы холодного копчения и установления аналитических зависимостей был исследован химический состав рыбного сырья, который представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. Химический состав пресноводной рыбы
Table 1. Chemical composition of freshwater fish

Вид рыбы	Содержание в мясе, %			
	вода	жир	азотистые вещества	минеральные вещества
Карп	76,4 ± 1,2	5,3 ± 0,3	16,9 ± 0,6	1,2 ± 0,2
Сом	77,8 ± 1,4	3,5 ± 0,9	17,4 ± 0,6	1,3 ± 0,2

Нами были исследованы качественные характеристики коптильной среды, полученной из древесины плодовых деревьев и ольхи, идентифицированы более 125 различных соединений, играющие

роль при формировании технологических эффектов копчения. Соединения, обладающие мутагенным и канцерогенным действием (бензо(а)пирен, антрацен и др.) в данных образцах коптильного дыма обнаружены не были [13], что объясняется температурой пиролиза древесины не выше 400 °C для получения коптильной среды, так как дальнейшее повышение температуры приводит к выделению смолистых веществ, в том числе пикена, пирена, бензо(а)пирена и т.д. [13]. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2. Сумма идентифицированных соединений дыма разных пород древесины
Table 2. The sum of the identified compounds of smoke of different types of wood

Соединение	В образце коптильного дыма, в % от идентифицированных компонентов					
	абрикос	вишня	груша	слива	яблоня	ольха
<i>Фурановые компоненты</i>						
Сумма	8,14	12,44	6,49	11,87	13,91	15,2
<i>Фенольные компоненты</i>						
Сумма	70,52	87,08	78,82	86,49	82,2	75,36

Анализируя данные табл. 2 по количеству фурановых и фенольных соединений можно предположить, что продукция, полученная в результате дымового копчения с использованием опилок из яблони, вишни, сливы будет обладать более насыщенным цветом, выраженным вкусом и ароматом, по сравнению с продукцией, где коптильный дым был получен из опилок груши и абрикоса [13]. Наличие фенольных соединений в количестве 3,2 — 3,4 г/дм³ обуславливает хорошо выраженный аромат копчения без каких-либо посторонних оттенков [13].

С помощью стандартного пакета программы «Microsoft Excel», осуществляли подбор смесей опилок различных видов древесины, с максимальным количеством коптильных соединений, определенных в результате исследования полученного из них дыма, для обеспечения лучшего коптильного эффекта. Результаты подбора смесей по максимальному количеству коптильных компонентов представлены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание коптильных компонентов дыма разных смесей древесины
Table 3. Content of smoking smoke components of different wood mixtures

		Абрикос	Вишня	Груша	Слива	Яблоня	Ольха	Итого
Смесь 1	состав смеси, %	10	25	10	25	20	10	100
Σ коптильных компонентов		7,87	25,03	8,53	24,59	19,22	9,06	94,3
Смесь 2	состав смеси, %	10	35	10	25	10	10	100
Σ коптильных компонентов		7,87	35,04	8,53	24,59	9,61	9,06	94,67
Смесь 3	состав смеси, %	5	25	5	25	25	15	100
Σ коптильных компонентов		3,93	25,03	4,27	24,59	24,03	13,58	95,43
Смесь 4	состав смеси, %	5	20	15	20	20	20	100
Σ коптильных компонентов		3,93	20,02	12,8	19,67	19,22	18,11	93,76
Смесь 5	состав смеси, %	5	35	5	35	15	5	100
Σ коптильных компонентов		3,93	35,04	4,27	34,45	14,42	4,53	96,61
Смесь 6	состав смеси, %	0	35	5	35	20	5	100
Σ коптильных компонентов		0	35,04	4,27	34,43	19,22	4,53	97,48
Смесь 7	состав смеси, %	0	35	5	35	15	10	100
Σ коптильных компонентов		0	35,04	4,27	34,43	14,42	9,06	97,21
Смесь 8	состав смеси, %	0	40	10	35	10	5	100
Σ коптильных компонентов		0	40,05	8,53	34,43	9,61	4,53	97,14

Анализируя данные табл. 3 можно сделать вывод, что максимальное количество коптильных компонентов содержится в смесях 6, 7 и 8, и продукция, полученная с использованием данных коптильных сред, будет иметь высокие органолептические характеристики.

Для исследований использовали рыбу, предварительно подвергнув её разным способам разделки: карп — потрошенный с головой и пласт с головой, сом — пласт с головой и кусок. После разделки рыбу одинакового условного размера (отношение длины рыбы к её ширине, см/см) солили, затем отмачивали, подсушивали и коптили. Технологический процесс вели редким по концентрации дымом (1 г/м³),

при температуре 24–28 °С (для карпа), 27–29 °С (для сома), скорости движения копильной среды 0,4–1,0 м/с, влажности в интервале 40–55 %, при этом использовали рыбу одинакового условного размера – 2,5 см/см. После достижения рыбой нормируемой влажности (для карпа 45–58 %, для сома 55–64 %) и проведения органолептической оценки качества копченого продукта определяли содержание фенолов на различном расстоянии от кожи рыбы. Полученные данные представлены в табл. 4.

Таблица 4. Содержание фенолов в рыбе после холодного копчения
Table 4. Content of phenols in fish after cold smoked

Компоненты Толщина рыбы, мм	Смеси								
	№ 6			№ 7			№ 8		
	2	7	12	2	7	12	2	7	12
Карп, пласт с головой									
Фенолы, мг/100 г	13,201	6,144	3,456	12,174	5,876	3,145	13,767	6,450	3,912
Карп, потрошенный с головой									
Фенолы, мг/100 г	13,198	5,933	3,429	12,168	5,618	3,048	13,739	6,184	3,817
Сом, пласт с головой									
Фенолы, мг/100 г	12,893	5,275	2,987	11,939	5,173	2,452	13,267	6,103	3,269
Сом, кусок									
Фенолы, мг/100 г	12,884	5,764	2,977	11,876	5,089	2,419	13,208	6,056	3,186

Проведя анализ данных табл. 4 можно сделать вывод, что максимальное количество фенолов содержится в рыбе разных видов и разной разделки, которая коптилась в среде, образованной 8 смесью опилок, с наибольшим содержанием фенольных соединений. В толщу карпа диффундировало больше фенолов, чем в толщу сома, что может быть объяснено разной жирностью, более плотной кожей сома, наличием крупной чешуи у карпа, способной лучше удерживать поверхностную воду, несмотря на более высокое влагосодержание сома.

В процессе копчения, для определения накопления фенольных соединений в толще рыбы, делали срезы и при получении положительного результата (голубовато-синий цвет), определяли их количество. Полученные результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5. Содержание фенолов в рыбе в процессе холодного копчения
Table 5. Content of phenols in fish during cold smoked

Толщина рыбы, мм	Время копчения, ч						
	3	6	9	12	18	24	30
Количество фенолов, мг/ 100г							
Карп, пласт с головой							
На коже	40,234	35,511	30,565	27,427	24,802	22,081	
2	2,454	5,012	7,249	9,556	11,786	13,767	–
7	0	1,108	2,373	3,925	5,177	6,45	–
12	0	0,112	0,756	1,785	2,736	3,912	–
Карп, потрошенный с головой							
На коже	40,786	37,676	34,428	30,954	27,675	23,684	20,657
2	2,563	4,389	6,447	8,512	10,469	12,221	13,739
7	0	1,006	2,049	3,041	4,038	5,088	6,184
12	0	0,376	0,98	1,625	2,258	3,007	3,817
Сом, пласт с головой							
На коже	57,948	54,048	49,282	44,171	40,096	36,353	32,611
2	2,78	4,569	6,297	8,21	10,087	11,882	13,267
7	0	0,876	1,786	2,838	4,022	5,047	6,103
12	0	0,014	0,548	1,168	1,918	2,558	3,269
Сом, кусок							
На коже	56,481	52,367	48,051	44,112	40,768	37,343	33,21
2	2,49	4,185	6,131	8,148	10,063	11,798	13,208
7	0	0,884	1,802	2,815	3,894	4,979	6,056
12	0	0,043	0,698	1,336	2,008	2,603	3,186

Для анализа полученных данных проведена математическая обработка с использованием регрессионного анализа, результаты представлены в табл. 6 Разработанные модели адекватно описывают исследуемый процесс.

Таблица 6. Регрессионные модели изменения содержания фенолов в зависимости от времени копчения

Table 6. Regression models of phenol content change as a function of the smoking time

Варианты исследования	Уравнения регрессии: $y=$			(R^2)		
	Толщина рыбы, мм					
	2	7	12	2	7	12
Карп, пласт/г	$0,5295x+1,9505$	$0,3095x-0,5414$	$0,1975x-0,8193$	0,956	0,967	0,983
Карп, п/г	$0,4077x+2,3928$	$0,2216x-0,1715$	$0,3268x+0,1407$	0,957	0,974	0,991
Сом, пласт/г	$0,3834x+2,5697$	$0,2241x-0,3115$	$0,1284x-0,5175$	0,964	0,981	0,987
Сом, кусок	$0,3936x+2,2686$	$0,2208x-0,2986$	$0,1249x-0,409$	0,959	0,982	0,978

Анализ данных, представленных в табл. 5, свидетельствует о том, что накопление фенолов в толще мышц существенно не отличается в пределах видовой принадлежности рыб. Количество фенолов в толще мышц составило: у карпа от 3,817 до 3,912 мг/100 г; у сома от 3,186 до 3,269 мг/100 г. Несущественное отличие может быть объяснено примерно одинаковым химическим составом рыбы и её гистологическим строением.

С увеличением продолжительности копчения уменьшается скорость проникновения компонентов дыма в толщу рыбы, что обусловлено уплотнением поверхностного слоя и частичным удалением свободной влаги, способствующей диффузии.

Учитывая, что на коже сома и чешуе карпа на момент окончания копчения находилось от 20,657 до 33,21 мг/100 г фенолов можно предположить, что, в первые дни хранения, в процессе созревания рыбы, произойдет их перераспределение по всему объему, до равномерного содержания, при этом улучшатся органолептические показатели качества готового продукта.

После копчения, была установлена объективная оценка качества готового продукта с использованием балльного метода, с применением коэффициентов весомости для отдельных показателей качества. Для назначения коэффициентов весомости применяли экспертные методы с групповым и индивидуальным опросом экспертов в количестве семи человек, итоговые данные приведены в табл. 7. Органолептическая оценка качества рыбы холодного копчения проводилась в период её хранения и на 65 сутки после изготовления.

Оценка уровня качества рыбы холодного копчения после хранения представлена в табл. 8. Режим хранения: температура от -2 до -5 °С, влажность воздуха 75 %, периодическая циркуляция воздуха.

Таблица 7. Оценка уровня качества рыбы холодного копчения

Table 7. Assessment of the level of quality of cold-smoked fish

Вид рыбы, способ разделки	Комплексный показатель качества	Категория качества
Карп, разделанный на пласт с головой	90,7	высшая
Карп, потрошенный с головой	82,9	первая
Сом, разделанный на пласт с головой	89,2	первая
Сом, разделанный на кусок	93,6	высшая

Таблица 8. Оценка уровня качества рыбы холодного копчения после 65 суток хранения

Table 8. Evaluation of the quality level of cold-smoked fish after 65 days of storage

Вид рыбы, способ разделки	Комплексный показатель качества	Категория качества
Карп, разделанный на пласт с головой	80,1	первая
Карп, потрошенный с головой	76,2	вторая
Сом, разделанный на пласт с головой	81,5	первая
Сом, разделанный на кусок	88,3	первая

Таким образом, результаты экспертной оценки уровня качества рыбы холодного копчения показали, что все образцы пресноводной копченой рыбы выдержали двухмесячный срок хранения, от-

несены к первой товароведной категории, кроме карпа, потрошеного с головой (вторая), имеют высокую оценку, хорошее качество и будут востребованы потребителями.

Выводы. Накопление фенолов в толще мышц существенно не отличается в пределах видовой принадлежности рыб и способа разделки и составляет у карпа – от 3,817 до 3,912 мг/100 г; у сома – от 3,186 до 3,269 мг/100 г. Получены аналитические зависимости изменения содержания фенолов от времени копчения.

Установлено, что рыба холодного копчения по органолептическим показателям соответствует ГНПА и имеет отличные потребительские характеристики.

Данный уровень прокопченности, наряду с другими показателями качества позволяет обеспечить пресноводной рыбе холодного копчения 60 суток хранения.

Список использованных источников

1. *Козлов, А.И.* Современное состояние и перспектива развития переработки рыбной продукции в Белоруссии / А.И. Козлов, Т.В. Козлова, И.В. Бубырь // Международный научный журнал. – 2013. – №4. – С. 46.
2. Основные концептуальные положения развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь до 2020 года / В. Гусаков [и др.] // Аграрная экономика. – Минск, 2012. – № 9. – С. 2–14.
3. *Мезенова, О.Я.* Производство копченых пищевых продуктов / О.Я. Мезенова, И.Н. Ким, С.А. Бредихин. – М. : Колос, 2001. – 208 с.
4. Технология копчения мясных и рыбных продуктов : учеб.-практ. пособие / Г.И. Касьянов [и др.]. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : МарТ ; Ростов н/Д : МарТ, 2004. – 208 с.
5. *Мезенова, О.Я.* Обоснование принципов технологии рыбных продуктов при использовании дифференцированных жидких копильных сред : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / О.Я. Мезенова. – Калининград, 2000. – 518 л.
6. ЕС ужесточает требования производства продуктов копчения [Электронный ресурс] // FNW food newweek : информ.-справ. изд. рынка пищевой пром-сти. – Режим доступа: <http://www.foodnewweek.ru/world/es-uzhestochaet-trebovaniya-proizvodstva-produktov-kopcheniya.html>. – Дата доступа: 05.07.2017.
7. *Мезенова, О.Я.* Технология, экология и оценка качества копченых продуктов : учеб. пособие / О.Я. Мезенова, И.Н. Ким. – СПб. : ГИОРД, 2009. – 488 с.
8. *Курко, В.И.* Физико-химические и химические основы копчения / В.И. Курко. – М. : Пищепромиздат, 1960. – 224 с.
9. *Хван, Е.А.* Обработка рыбы копчением / Е.А. Хван. – М. : Пищ. пром-сть, 1976. – 112 с.
10. Рыба живая. Технические условия : ГОСТ 24896-2013. – Взамен ГОСТ 24896-81 ; введ. 01.07.2015. – М. : Стандартиформ, 2014. – 12 с.
11. Рыба холодного копчения. Технические условия : ГОСТ 11482-96. – Введ. 01.01.1998. – М. : Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1996. – 14 с.
12. *Курко, В.И.* Методы исследования процесса копчения и копченых продуктов / В.И. Курко. – М. : Пищ. пром-сть, 1977. – 191 с.
13. *Ловкис, З.В.* Исследование качественных характеристик дыма для копчения рыбы / З.В. Ловкис, И.В. Бубырь // Пищ. пром-сть: наука и технологии. – 2016. – № 3 (33). – С. 30–36.

References

1. Kozlov A.I., Kozlova T.V., Bubyr' I.V. Sovremennoe sostojanie i perspektiva razvitija pererabotki rybnoj produkcii v Belorusi [Current state and perspective of the development of processing of fish products in Belarus]. International scientific journal. – 2013, no.4, pp.46.
2. Gusakov V. [i dr.]. Osnovnye konceptual'nye polozhenija razvitija agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Belarus' do 2020 goda [The basic conceptual provisions of the development of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus until 2020], Agrarian economy, Minsk, 2012, no. 9, pp. 2–14.

3. Mezenova O.Ja., Kim I.N., Bredihin S.A. Proizvodstvo kopchenyh pishhevyyh produktov [Manufacture of smoked food products], M. Kolos, 2001, 208 p.
4. Kas'janov G.I. [i dr.]. Tehnologija kopchenija mjasnyh i rybnyh produktov : ucheb.-prakt. posobie / – 2-e izd., ispr. i dop. [Technology of smoking meat and fish products: textbook. allowance], M. : MapT; Rostov n / a: March, 2004, 208 p.
5. Mezenova O.Ja. Obosnovanie principov tehnologii rybnyh produktov pri ispol'zovanii differencirovannyh zhidkih koptil'nyh sred : dis. ... kand. tehn. nauk [Justification of the principles of technology of fish products when using differentiated liquid smoking media]. Kaliningrad, 2000, 518 p.
6. ES uzhestochaet trebovaniya proizvodstva produktov kopchenija [The EU tightens the requirements for the production of smoking products] Available at: <http://www.foodnewsweek.ru/world/es-uzhestochaet-trebovaniya-proizvodstva-produktov-kopcheniya.html>. (accessed 5 May 2017).
7. Mezenova O.Ja. Kim. I.N. Tehnologija, jekologija i ocenka kachestva kopchenyh produktov : ucheb. posobie [Technology, ecology and assessment of the quality of smoked products: Textbook. allowance]. Spb. : GIORD, 2009, 488 p.
8. Kurko V.I. Fiziko-himicheskie i himicheskie osnovy kopchenija [Physico-chemical and chemical basis of smoking]. Moscow, Pishchepromizdat, 1960, 224 p.
9. Hvan E.A. Obrabotka ryby kopcheniem [Processing of fish by smoking]. Moscow, Food. prom-st, 1976, 112 p.
10. GOST 24896-2013. Ryba zhivaja. Tehnicheskie uslovija [State Standard 24896-2013. The fish is alive. Technical conditions]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. – 12 p.
11. GOST 11482-96. Ryba holodnogo kopchenija. Tehnicheskie uslovija [State Standard 11482-96. Cold smoked fish. Technical conditions]. Moscow, Interstate. Council for Standardization, Metrology and Certification, 1996, 14 p.
12. Kurko V.I. Metody issledovaniya processa kopchenija i kopchenyh produktov [Methods of researching the smoking process and smoked products.] Moscow, Food. Prom-st, 1977, 191 p.
13. Lovkis Z.V., Bubyr' I.V. Issledovanie kachestvennyh harakteristik dyma dlja kopchenija ryby [Investigation of the qualitative characteristics of smoke for smoking fish]. Pishch. prom-st: science and technology, 2016, no. 3 (33), pp. 30–36.

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

Бубырь Ирина Валерьевна – старший преподаватель кафедры «Промышленное рыбоводство и переработка рыбной продукции» УО «Полесский государственный университет» (Республика Беларусь, 225710, г. Пинск, ул. Пушкина, д. 4, моб. тел.: 8-1037529-668-16-34). E-mail: bubyri@mail.ru

Information about 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

Bubyri Irina Valerievna – senior lecturer of the department “Industrial fish farming and processing of fish products“, Polesky State University (Republic of Belarus, 225710, Pinsk, ul. Pushkin, 4, mob. tel.: 8-1037529-668-16-34). E-mail: bubyri@mail.ru

ЧЕТВЕРТОЕ ЗАСЕДАНИЕ СОВМЕСТНОГО КОМИТЕТА ПО СОТРУДНИЧЕСТВУ МЕЖДУ ПРАВИТЕЛЬСТВОМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И ПРАВИТЕЛЬСТВОМ ОБЪЕДИНЕННЫХ АРАБСКИХ ЭМИРАТОВ

С 5 мая по 8 мая 2018 г. заместитель генерального директора по стандартизации и качеству продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» Моргунова Елена Михайловна приняла участие в четвертом заседании Совместного Комитета по сотрудничеству между Правительством Республики Беларусь и Правительством Объединенных Арабских Эмиратов (г. Абу - Даби).

Цель четвертого заседания Совместного Комитета по сотрудничеству между Правительством Республики Беларусь и Правительством Объединенных Арабских Эмиратов – рассмотрение хода реализации договоренностей, достигнутых в рамках третьего заседания Совместного Комитета и определение новых перспективных направлений сотрудничества.

Четвертое заседание Совместного Комитета по сотрудничеству между Правительством Республики Беларусь и Правительством Объединенных Арабских Эмиратов проводилось под сопредседательством Министра иностранных дел Республики Беларусь Владимира Макея и Государственного министра по иностранным делам ОАЭ Анвара Гаргаша.

Открытие четвертого заседания Совместного комитета по сотрудничеству между Правительством Республики Беларусь и Правительством Объединенных Арабских Эмиратов состоялось **6 мая** в Министерстве иностранных дел и международного сотрудничества ОАЭ на уровне экспертов.

В ходе заседания Совместного комитета стороны в рамках экспертных групп предметно обсудили широкий спектр вопросов белорусско-эмиратского сотрудничества в торгово-экономической, инвестиционной и банковской сферах, в области сельского хозяйства, передовых технологий, науки, образования, культуры, спорта, туризма и здравоохранения, а также активизацию взаимодействия по линии правоохранительных структур и торгово-промышленных палат Беларуси и ОАЭ.

Нынешнее заседание Совместного комитета стало как самым многочисленным по количеству участников, так и наиболее разноплановым по тематике обсуждаемых вопросов. Всего в работе Совместного комитета приняли участие более 30 членов белорусской делегации, представляющих различные министерства, ведомства и предприятия, и около 80 представителей эмиратской стороны.

6 мая 2018 г. Моргунова Е.М. приняла участие в работе двух экспертных групп с эмиратскими партнерами по вопросам сотрудничества в области сельского хозяйства и стандартизации. С эмиратской стороны в двусторонних переговорах принял участие директор Эмиратского агентства по метрологии и стандартизации Министерства изменения климата и окружающей среды (ESMA) Халаф Халаф .

В результате переговоров достигнуты договоренности, которые отражены в итоговом протоколе 4-го заседания Совместного комитета.

Представители Национальной академии наук Беларуси, Министерства образования Республики Беларусь и представители эмиратской стороны (Шаууки Карбаш (исполнительный директор научно-инновационного парка Университета ОАЭ); Мухамед аль-Джара (и.о. заместителя ректора Высших колледжей технологий ОАЭ по академическим вопросам); Али аль-Марзуки (представитель Центра Абу-Даби по профессионально-техническому образованию и обучению, Президент Emirates Skills); Али аль-Накби (директор Абу-Даби Политехника)) в ходе проведения двусторонних переговоров установили прямые контакты между учреждениями образования и научными организациями двух стран и достигли договоренностей по сотрудничеству в области информационных технологий, искусственного интеллекта, биотехнологий, профессионально-технического образования и обучения.

7 мая в Министерстве иностранных дел и международного сотрудничества ОАЭ состоялось пленарное заседание Совместного комитета по сотрудничеству между Правительством Республики Беларусь и Правительством ОАЭ.

По итогам заседания подписан ряд документов, расширяющих договорно-правовую базу двустороннего сотрудничества.