

Техника и технология пищевых производств

Food Processing: Techniques and Technology



Национальный, рецензируемый научный журнал, посвященный вопросам пищевой промышленности.

Миссия: создание, агрегация, поддержка и распространение научно-образовательного контента в области пищевой промышленности, объединение усилий различных категорий исследователей, вузовской и научной интеллигенции, преодоление разрыва между изданиями регионального, национального и федерального

уровней. Журнал призван освещать актуальные проблемы в пищевой и смежных отраслях, продвигать новые перспективные технологии в широкую аудиторию научных и практических работников, преподавателей, аспирантов, студентов, предпринимателей, а также оказывать содействие в подготовке высококвалифицированных специалистов.

В журнале публикуются научные и обзорные статьи, доклады, сообщения, рецензии,

краткие научные сообщения (письма в редакцию), информационные публикации по направлениям: технология пищевых производств; процессы, оборудование и аппараты пищевых производств; гигиена питания; биотехнология; стандартизация, сертификация, качество и безопасность; химия и экология; экономика; автоматизация и информатизация технологических процессов. Подробная информация для авторов и читателей представлена на сайте <http://fptt.ru>.

Главный редактор:

А.Ю. Просеков, Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия.

Зам. главного редактора:

А.Н. Петров, Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования, Видное, Россия;

О.О. Бабич, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия.

Редакционная коллегия:

П.П. Баранов, Сибирский государственный индустриальный университет, Новосибирск, Россия;

С.М. Бычкова, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Пушкин, Россия;

А.Г. Галстян, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, Москва, Россия;

И.Ф. Горлов, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград, Россия;

Г.М. Гринченко, Сибирский научно-исследова-

тельский институт экономики сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Новосибирская обл., Россия;

Н.И. Дунченко, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия;

И.А. Евдокимов, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия;

А.В. Заушинцева, Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия;

В.П. Зотов, Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия;

В.Г. Лобанов, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия;

Г.О. Магомедов, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия;

Л.А. Маюрникова, Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия;

В.М. Позняковский, Кемеровский государствен-

ный сельскохозяйственный институт, Кемерово, Россия;

В.Н. Попов, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия;

С.Л. Тихонов, Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия;

В.Н. Хмелев, Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного технического университета, Бийск, Россия;

А.Г. Храмов, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия;

Д. Аккар, Университет Осиек, Осиек, Хорватия;

Г. Винберг, Каролинский институт, Стокгольм, Швеция;

М. Тиман, университет Тун Абдул Разак, Куала Лумпур, Малайзия;

Х. Сахин, университет Гиресун, Гиресун, Турция;

К. Кинер, Южно-Китайский технологический университет, Гуанчжоу, Китай;

М. Раби, Закавказский университет, Шаркия, Египет.

Материалы публикуются на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Мнение авторов публикуемых материалов не всегда совпадает с мнением редакции.

Ответственный за выпуск А.А. Кирыкова
Литературный редактор А.Ю. Курникова
Литературный редактор (англ. язык) Н.В. Рабкина
Дизайн и компьютерная верстка М.В. Горбунова

Адрес редакции и издателя: КемГУ, 650000, Россия, Кемеровская обл., г. Кемерово, Красная, 6, тел.: +7 (3842) 58-80-24, e-mail: fptt98@gmail.com.

Адрес типографии: КемГУ, 650000, Россия, Кемеровская обл. г. Кемерово, пр. Советский, 73.

Учредитель: КемГУ, 650000, Россия, Кемеровская обл., г. Кемерово, Красная, 6. © КемГУ, 2019.

Дата выхода в свет 03.10.2019.

Усл. п. л. 18,83, уч.-изд. л. 39,10. Тираж 500 экз.

Цена свободная. Выходит 4 раза в год.

Подписной индекс по объединенному каталогу «Пресса России» – 41672.

Свидетельство о регистрации

средства массовой информации

ПИ № ФС77-72313 выдано Роскомнадзор.

The Journal is dedicated to the topical issues of food industry and interfacing areas of science. Our mission is to create, aggregate, and spread scientific information related to food industry. The Journal stimulates scientific communication between academia and manufacturers. We publish scientific papers of theoretical and empirical nature to promote new technologies

Editor-in-Chief

Alexander Yu. Prosekov, Кемерово State University, Кемерово, Russia.

Deputy Chief Editor

Andrey N. Petrov, All-Russia Scientific Research Institute of Canned Food Technology, Vidnoe, Russia;

Olga O. Babich, Immanuel Kant Baltic Federal University, Калининград, Russia.

Editorial Board

Pavel P. Baranov, Siberian State Industrial University, Новосибирск, Russia;

Svetlana M. Bychkova, St. Petersburg State Agrarian University, Pushkin, Russia;

Aram G. Galstyan, All-Russia Dairy Research Institute, Moscow, Russia;

Ivan F. Gorlov, Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products, Volgograd, Russia;

and innovative ideas, bridge the gap between regional, federal, and international scientific publications, and educate qualified specialists.

The Journal of Food Processing: Techniques and Technology publishes scientific papers, reports, peer reviews, brief scientific communications, letters to the editor, and related news items.

The Journal welcomes submissions from

Galina M. Gritsenko, Siberian Research Institute of Agricultural Economics, Barnaul, Russia;

Nina I. Dunchenko, Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russia;

Ivan A. Evdokimov, North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia;

Alexandra V. Zaushintsen, Кемерово State University, Кемерово, Russia;

Victor P. Zotov, Кемерово State University, Кемерово, Russia;

Vladimir G. Lobanov, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia;

Gazibeg O. Magomedov, Voronezh State University of Engineering Technology, Voronezh, Russia;

Larisa A. Mayurnikova, Кемерово State University, Кемерово, Russia;

Valeriy M. Poznyakovskiy, Кемерово State Agricultural Institute, Кемерово, Russia;

scholars in all relevant fields on: food production technology; food production processing and equipment; food hygiene; biotechnology; food standardization, certification, quality and safety; chemistry and ecology; economics; automation and informational support of technological processes. For submission instructions, subscription and all other information visit this journal online at <http://fptt.ru>.

Vasily N. Popov, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia;

Sergei L. Tikhonov, Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia;

Vladimir N. Khmelev, Bysk Technological Institute, branch of Altai State Technical University, Bysk, Russia;

Andrey G. Khrantsov, North-Caucasian Federal University, Stavropol, Russia;

Đurđica Ačkar, University of Osijek, Osijek, Croatia;

Gösta Winberg, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden;

Marco Tieman, Universiti Tun Abdul Razak, Kuala Lumpur, Malaysia;

Huseyin Sahin, Giresun University, Espiye Vocational School, Giresun, Turkey;

Kevin Keener, South China University of Technology, Guangzhou, China;

Mohamed Abdel Hamid Rabie, Zagazig University, Sharkia, Egypt.

Date of issue 03.10.2019.

Printed sheet 18,83, conventional printed sheet 39,10. Circulation 500 cop. Open price.

Issued 4 times a year.

Subscription index for the unified

'Russian Press' catalogue – 41672.

The certificate of mass media registration is PI № FS 77-72313 Given by the Roskomnadzor.

All articles are published and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International Public License (CC BY 4.0). Opinions of the authors of published materials do not always coincide with the editorial staff's viewpoint. Authors are responsible for the scientific content of their papers.

Publishing editor A.A. Kiryakova, script editor A.Yu. Kurmikova, script editor (Eng) N.V. Rabkina, layout of Journal M.V. Gorbuнова.

Founder and publisher: KemSU, 6, Krasnaya Str., Кемерово, 650000, Russia, phone: +7(3842) 58-80-24, e-mail: fptt98@gmail.com.

Printing Office: KemSU, Sovetskiy Ave. 73, Кемерово, 650000, Russia.

Founder: KemSU, 6, Krasnaya Str., Кемерово, 650000, Russia. © 2019, KemSU.

Особенности использования белкового концентрата из зерен овса в технологии получения творожного продукта для спортивного питания

Е. В. Каширских^{1,*}, О. О. Бабич², О. В. Кригер², С. А. Иванова¹

¹ ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

² ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет
имени Иммануила Канта»,
236016, Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, 14

Дата поступления в редакцию: 11.07.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: k8enya@gmail.com



© Е. В. Каширских, О. О. Бабич, О. В. Кригер, С. А. Иванова, 2019

Аннотация. Питание играет важную роль при подготовке спортсменов, так как спортивные нагрузки – это большой расход энергии и нервно-психологическое напряжение. Обычный рацион питания не способен обеспечить потребности спортсменов, поэтому для этой группы людей используют обогащенные продукты и биологически активные добавки к пище. Качественный состав белка имеет важное значение в определении его пригодности в рационе человека. Традиционно, источником белка в рационе являются продукты животного происхождения, которые, несмотря на сбалансированный аминокислотный состав, все же имеют ряд недостатков. Растительные источники белков в последнее время привлекают интерес ученых и диетологов, так как обладают не только достаточным биологическим потенциалом, но также доступнее и дешевле в производстве и переработке. Посевная культура овса активно применяется в пищевой промышленности благодаря своим полезным свойствам. Работа посвящена исследованию биологического потенциала творожного продукта, обогащенного белковым концентратом из зерен овса, как компонента рациона для спортивного питания. Разработана технология производства творожного продукта, обогащенного белковым концентратом из зерен овса посевного. Готовый продукт содержит 23,5 % белка и все незаменимые аминокислоты, что соответствует требованиям спортивного рациона. Сравнительный анализ содержания аминокислот в продуктах для спортивного питания, широко представленных в торговых сетях, и разработанном творожном продукте доказал конкурентоспособность и наличие биологического потенциала в творожном продукте, не уступающего характеристикам коммерческих продуктов. Установлено, что творожный продукт, обогащенный белковым концентратом из зерен овса посевного, характеризуется сбалансированным аминокислотным, витаминным, макро- и микроэлементным составом. Это позволяет рекомендовать его в качестве функционального продукта питания для лиц, активно занимающихся спортом.

Ключевые слова. Творожный продукт, овес, растительные белки, функциональные продукты, спортивное питание

Для цитирования: Особенности использования белкового концентрата из зерен овса в технологии получения творожного продукта для спортивного питания / Е. В. Каширских, О. О. Бабич, О. В. Кригер [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 345–355. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-345-355>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Oat Protein Concentrate As Part of Curd Product for Sport Nutrition

E.V. Kashirskih^{1,*}, O.O. Babich², O.V. Kriger², S.A. Ivanova¹

¹ Kemerovo State University,
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

² Immanuel Kant Baltic Federal University,
14, A. Nevskogo Str., Kaliningrad, 236016, Russia

Received: July 11, 2019
Accepted: August 30, 2019

*e-mail: k8enya@gmail.com



© E.V. Kashirskih, O.O. Babich, O.V. Kriger, S.A. Ivanova, 2019

Abstract. The industry of sport nutrition is actively developing worldwide and includes a wide range of functional products. Healthy lifestyle is being actively promoted, hence the development of new types of products for athletes. Protein mixtures and amino acid complexes occupy a leading position in this market sector. Nutrition plays an important role in physical training, since athletic activity requires a lot of energy and causes neuro-psychological stress. A standard diet cannot meet the needs of athletes, so

this group of people uses fortified foods and biologically active food supplements. Today, sport nutrition is widely represented on the shelves of mass markets. However, most of the products are imported. The qualitative composition of the protein is important in determining its suitability for human diet. Products of animal origin have been a traditional source of protein in the diet and, despite its balanced amino acid composition, still have several disadvantages. Plant sources of protein have recently attracted the interest of scientists and nutritionists. Such products possess sufficient biological potential and are more affordable for production and processing. Oats is actively used in the food industry due to its beneficial properties. The present paper features the biological potential of the curd product fortified with an oat protein concentrate and its role in sport nutrition. The paper introduces a new technology for the production of a curd product fortified with an oat protein concentrate. The finished product contains 23.5% of protein and all essential amino acids, which meets the requirements of sport nutrition. A comparative analysis of the content of amino acids in popular sport nutrition products and the developed curd product proved the competitiveness of the latter. Its biological potential appeared to be not inferior to the characteristics of popular commercial products. The curd product fortified with an oat protein concentrate demonstrated a balanced amino acid, vitamin, macro, and microelement composition, which makes it possible to recommend it as a functional food product for people who are actively involved in sports.

Keywords. Curd product, oat, vegetable protein, functional product, sports nutrition

For citation: Kashirskih EV, Babich OO, Kriger OV, Ivanova SA. Oat Protein Concentrate As Part of Curd Product for Sport Nutrition. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(3):345–355. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-345-355>.

Введение

Современные потребители все чаще обращают внимание на состав пищевых продуктов и меняют свои пищевые пристрастия из-за растущего интереса к поддержанию и улучшению здоровья. Интенсивно расширяется производство продуктов функциональной направленности. Наблюдается тенденция к использованию натуральных и цельных растительных продуктов питания в повседневном рационе питания. Они обладают не только питательной ценностью, но и оказывают благоприятное физиологическое воздействие на организм человека. Кроме того, продукты растительного происхождения можно использовать в качестве ингредиентов и пищевых добавок для создания продуктов различной функциональной направленности [2].

Особого внимания требует питание спортсменов, так как им нужно сбалансированное питание из-за интенсивных физических нагрузок [2–5]. Необходимо включать в рацион питания спортсменов продукты, сбалансированные по содержанию белков с соответствующим аминокислотным профилем, углеводов, микроэлементов и витаминов, для поддержания нормальных физиологических функций организма и набора мышечной массы [6–8]. Потребляемые ежедневно продукты природного происхождения оказывают регуляторное воздействие на организм человека и позволяют использовать скрытые резервы организма при физической активности повышенной интенсивности. Поэтому разработка и создание новых продуктов функционального питания актуальны для спортсменов [9–12].

С точки зрения питания, при правильном сочетании растительные белки могут представить достаточное количество незаменимых аминокислот для обеспечения потребностей организма. Этого можно достичь использованием растительных компонентов совместно с белками животного происхождения. Использование растительного белка способствует развитию технологических инноваций в производстве функциональных молочных продуктов богатых белком [13–15].

Хотя белки растительного происхождения относительно дешевле животных, прямое потре-

бление белков наземных растений в обычном рационе питания человека все еще довольно ограничено. Сегодня большая часть растительных белков используется в качестве корма для животных, для производства функциональных животных белков из молока, яиц и мяса. Если такое же количество растительных белков используется непосредственно для потребления человеком, то для выращивания продовольственных культур потребуется менее 10 % площадей для возделывания [17]. Для производства животных белков требуется примерно в 100 раз больше воды, чем для производства равного количества растительных белков [18].

В условиях быстрого роста населения мира продовольственная безопасность является глобальной проблемой в агропродовольственном секторе. Наибольшего эффекта использование растительных белков достигнет тогда, когда производство животных белков достигнет максимальных мощностей для обеспечения спроса растущего населения во всем мире. Переход к более устойчивому производству продуктов питания потребует меньшей зависимости от продуктов животного происхождения и предоставит потенциал для агропродовольственной промышленности в области изучения альтернативных источников белков [19, 20].

Посевная культура овса активно применяется в пищевой промышленности благодаря своим полезным свойствам. Ценность белков овса заключается в составе его белковой части, которая представлена незаменимыми аминокислотами (метионина, лизина, валина, триптофана, треонина, лейцина, изолейцина, фенилаланина) [21]. Белок овса сбалансирован по аминокислотному составу и практически полностью усваивается организмом. Диетологи часто рекомендуют включать овес в рацион при заболеваниях нервной системы, нарушениях сна и в восстановительный период после болезней, так как он имеет схожий состав с мышечным белком. Овсяные продукты благоприятно влияют на деятельность нервной системы, способствуют нормализации кровяной системы организма. Эти факторы важны для питания спортсменов и людей, занимающихся тяжелым физическим трудом [22, 23].

Овес как компонент рациона функциональной направленности обладает большим потенциалом, поэтому часто используется в составе продуктов для спортивного питания [24–26]. Авторы отмечают преимущества овса, в частности его питательного состава и общего содержания макро- и микроэлементов, в сравнении с другими зерновыми, в контексте рекомендаций диетического питания [27]. Проведены исследования о влиянии рациона питания при подготовке спортсменов к соревнованиям по бодибилдингу. Была разработана специальная диета, в состав которой обязательно включали 40 г овса в день. В результате эксперимента была доказана возможность применения научных стратегий питания для улучшения состояния организма спортсменов. Результаты подтверждены клиническими данными [28]. Отмечены высокие питательные качества овсяных отрубей и их натуральность. Они богаты белками, ненасыщенными жирными кислотами, витаминами и сложными крахмалами. Важным питательным веществом в овсяных отрубях является β -глюкан, который оказывает подтвержденное стимулирующее воздействие на иммунную систему. Это может способствовать повышению иммунной устойчивости к различным вирусным, бактериальным, протозойным и грибковым заболеваниям. Исследования на животных показали, что β -глюкан овса может компенсировать вызванное физической нагрузкой иммунное подавление и уменьшить восприимчивость к инфекции во время тяжелой тренировки [29]. Овес используется в качестве основы разнообразных питательных батончиков, которые популярны среди людей, ведущих здоровый образ жизни, и спортсменов [30]. Авторы провели анализ зависимости степени измельчения овса и его усвояемости организмом. Была отмечена уникальность липидного профиля овса и присутствия в составе растворимой клетчатки [31].

Главным недостатком существующих технологий переработки овса является сравнительно низкая пищевая ценность получаемых из него продуктов. Это связано со значительным переходом части питательных и биологически активных веществ во вторичное сырье, снижающим выход основного продукта. Создание белкового концентрата из зерен овса посевного с высокими функционально-технологическими свойствами и его использование в технологии молочных продуктов для людей, занимающихся спортом, является актуальным и перспективным направлением исследований. Целью работы является изучение особенности использования белкового концентрата из зерен овса в технологии получения творожного продукта для спортивного питания.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований являлся белковый концентрат из белков овса, творожный продукт, обогащенный белковым концентратом из зерен овса посевного.

Белковый концентрат из белков овса получен из зерен овса сорта «Сибирский голозерный» щелочной и кислотной экстракцией. Установлено, что белко-

вый концентрат характеризуется высоким содержанием белка, незаменимых аминокислот, высокими значениями перевариваемости, пенообразующей способности, жиро- и водоудерживающей способности. На основании данных сравнительного анализа белковый концентрат обладает достаточными характеристиками, чтобы выступать в качестве альтернативной замены животных белков [32].

Рецептура творожного продукта представлена в таблице 1.

Производство обогащенного творожного продукта для спортсменов «Энергия Сибири» состоит из последовательных технологических этапов: приемка и оценка качества коровьего молока; нагрев молока; нормализация молока до массовой доли жира 2,0 %; внесение в молочную смесь белкового концентрата из зерен овса посевного; пастеризация молочно-растительной смеси; охлаждение до температуры заквашивания и внесение бактериальной закваски; сквашивание; разрезка творожного сгустка и отделение сыворотки; самопрессование сгустка; охлаждение творожного продукта; фасовка, упаковка и хранение готового продукта.

Для определения структурно-механических характеристик объекта исследования применяли ротационный вискозиметр SMART фирмы Fungilab (Испания) по методикам, рекомендованным производителем прибора.

Определение водорастворимых витаминов и минерального состава в творожном продукте осуществляли методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-105/105М» («Люмэкс», СПб, Россия).

Аминокислотный состав определяли с использованием автоматического аминокислотного анализатора Aracus PMA GmbH (PMA GmbH, Германия).

Результаты и их обсуждение

Одним из вариантов оптимизации состава молочных продуктов является комбинирование молочного сырья с растительными компонентами. Как правило, отмечается несбалансированность аминокислотного состава, недостаток пищевых волокон и избыток животных жиров. Эти недостатки потенцируют разработку новых рецептур.

С целью получения обогащенного творожного продукта варьировали концентрацию вносимого в известную рецептуру творога (нормализованное

Таблица 1. Рецептура обогащенного творожного продукта для спортсменов «Энергия Сибири»

Table 1. Formula of the fortified curd product for athletes 'Energy of Siberia'

Компоненты	Нормы расхода, кг
Молоко коровье	920,00
Бактериальная закваска	50,00
Белковый концентрат, выделенный из зерна овса посевного	30,00
Итого	1000,00

Таблица 2. Влияние дозировки белкового концентрата из зерен овса на органолептические показатели обогащенного творожного продукта

Table 2. Effect of the dose of oat protein concentrate on the organoleptic characteristics of the fortified curd product

Наименование показателя	Значение показателя в зависимости от дозировки белкового концентрата, %				
	1	3	5	7	9
Внешний вид и консистенция	Мягкая, мажущаяся, без ощутимых частиц молочного белка			Неоднородная, с наличием ощутимых частиц молочного белка	
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов			Кисломолочные, с посторонним привкусом белкового концентрата	
Цвет	Белый, равномерный по всей массе			С кремовым оттенком	

молоко с массовой долей жира 2 % и бактериальная закваска) белкового концентрата из зерен овса посевного в диапазоне от 1 % до 9 % с шагом 2 % и регистрировали динамику таких свойств получаемого продукта, как органолептические (табл. 2), реологические и структурно-механические показатели. Среди реологических и структурно-механических характеристик особый интерес представляют влагоудерживающая способность (рис. 1), динамическая вязкость (рис. 2), показатель восстановления структу-

ры (рис. 3) и коэффициент механической стабильности (рис. 4) творожного продукта.

От типа структуры и механических свойств творожного продукта зависит его консистенция. Оценить данный показатель возможно анализируя реологические характеристики, которые зависят от химического состава, физических показателей и режимов технологической обработки продукта.

Согласно таблице 2 при концентрации белкового концентрата в творожном продукте 7 % и более

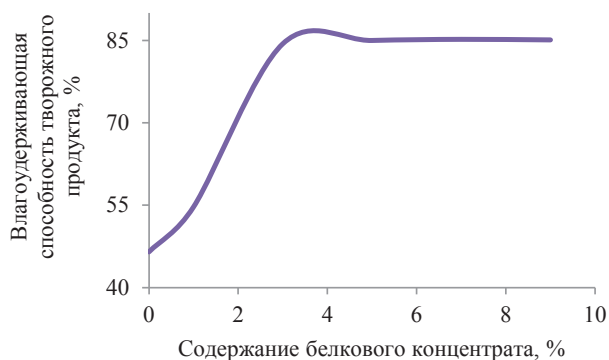


Рисунок 1. Зависимость влагоудерживающей способности творожного продукта от содержания в нем белкового концентрата

Figure 1. Effect of the content of protein concentrate on the water-holding capacity of the curd product

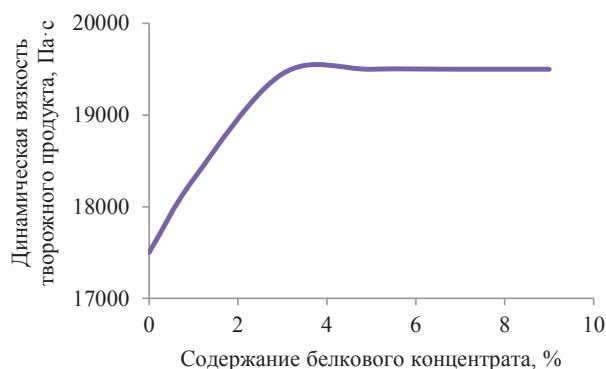


Рисунок 2. Зависимость динамической вязкости творожного продукта от содержания в нем белкового концентрата

Figure 2. Effect of the content of protein concentrate on the dynamic viscosity of the curd product

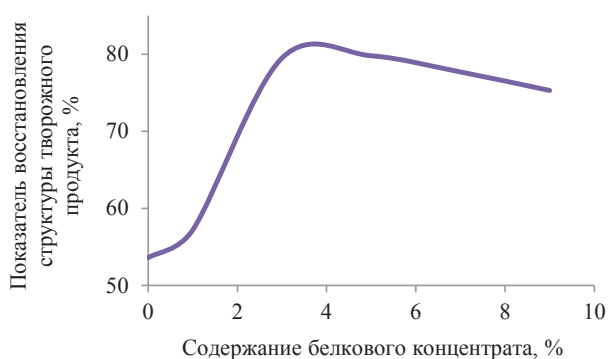


Рисунок 3. Зависимость показателя восстановления структуры творожного продукта от содержания в нем белкового концентрата

Figure 3. Effect of the content of protein concentrate on the recovery rate of the structure of the curd product

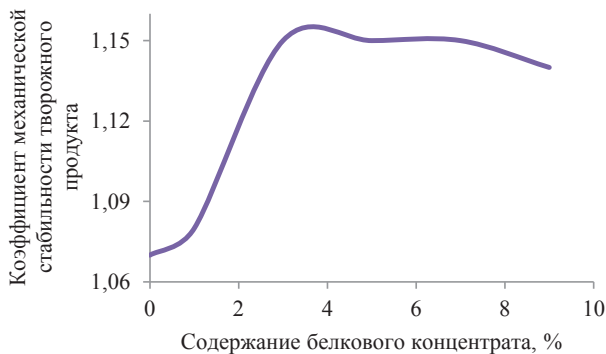


Рисунок 4. Зависимость коэффициента механической стабильности творожного продукта от содержания в нем белкового концентрата

Figure 4. Effect of the of the content of protein concentrate on the coefficient of mechanical stability of the curd product

продукт приобретает неоднородную консистенцию. Кроме того, появляется посторонний привкус белкового концентрата и кремовый оттенок, который не свойственен продукту, не содержащему белковый концентрат. На основании полученных результатов сделали вывод о том, что повышение содержания белкового концентрата из зерен овса в творожном продукте более 5 % не целесообразно.

Из рисунка 1 следует, что максимальная влагоудерживающая способность творожного продукта (85 %) достигается при содержании в нем 3 % белкового концентрата. Дальнейшее повышение дозировки белкового концентрата не сопровождается увеличением влагоудерживающей способности творожного продукта, которая остается постоянной вплоть до содержания 9 % функционального ингредиента.

Аналогичная картина наблюдается для динамической вязкости творожного продукта. Максимальная динамическая вязкость (19500 Па·с) зафиксирована при содержании 3 % белкового концентрата (рис. 2).

Что касается показателя восстановления структуры творожного продукта (рис. 3), то здесь отмечена следующая тенденция: до содержания белкового концентрата из зерен овса в 3 % данный показатель возрастает до максимального значения (79,5 %), но затем начинает снижаться. Такой же характер изменения зафиксирован для коэффициента механической стабильности творожного продукта (рис. 4). На основании полученных результатов исследования выбрали дозировку белкового концентрата из зерен овса, необходимую для создания обогащенного творожного продукта для спортсменов, равную 3 %.

Для полученного творожного продукта изучали физико-химические свойства (табл. 3). Установлено, что полученный творожный продукт характеризуется повышенным содержанием белка согласно [34]. Массовая доля белка в творожном продукте с жирностью 2 % должна быть не менее 18 %. Это позволяет рекомендовать разработанный творожный продукт для восполнения дефицита белковой составляющей в питании людей, занимающихся спортом и ведущих активный образ жизни.

Таким образом, обоснованы рациональные параметры получения творожного продукта, обогащенного белковым концентратом из зерен овса посевного. Установлено содержание белкового концентрата в творожном продукте (3 %), позволяющее получить продукт с оптимальными органолептиче-

Таблица 3. Физико-химические показатели творожного продукта, обогащенного белковым концентратом из зерен овса посевного

Table 3. Physicochemical parameters of the curd product fortified with an oat protein concentrate

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля белка, %	23,5 ± 1,2
Массовая доля влаги, %	73,8 ± 3,7
Массовая доля жира, %	2,0 ± 0,1
Кислотность, °Т	225 ± 11

скими, реологическими, структурно-механическими и физико-химическими показателями. Повышенное содержание белка в творожном продукте (23,5 %) открывает возможность его использования в качестве функционального продукта питания для спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни.

Важным показателем продуктов спортивного питания является биологическая ценность, то есть содержание аминокислот (особенно незаменимых) и таких микронутриентов, как витамины и минеральные вещества. В природе существует много аминокислот, но всего 22 аминокислоты участвуют в построении живого организма и обмене веществ, восемь из которых являются незаменимыми и должны поступать в живой организм с пищей. Особенно это важно для спортсменов в связи с увеличением скорости обмена веществ в процессе тренировок. [35].

Был изучен аминокислотный состав обогащенного творожного продукта. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Анализ результатов, представленных в таблице 4, свидетельствует о том, что творожный продукт, обогащенный белковым концентратом из зерен овса, содержит все эссенциальные аминокислоты в достаточном количестве.

Был проведен сравнительный анализ содержания аминокислот в продуктах для спортивного питания, широко представленных в торговых сетях, и разработанным творожным продуктом. В основе высокобелковой смеси «100% Oats & Whey» использованы сывороточный концентрат протеина и сывороточный изолят протеина. В основе высокобелковой смеси «100% Whey Gold Standard» использован изолят сы-

Таблица 4. Аминокислотный состав обогащенного творожного продукта для спортсменов «Энергия Сибири»

Table 4. Amino-acid composition of the fortified curd product for athletes 'Energy of Siberia'

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислоты в творожном продукте, г/100 г продукта
Аспарагиновая кислота	2,35 ± 0,12
Серин	0,97 ± 0,05
Треонин	1,08 ± 0,05
Глутаминовая кислота	4,95 ± 0,25
Пролин	0,55 ± 0,03
Глицин	1,47 ± 0,07
Аланин	1,33 ± 0,07
Цистин	0,10 ± 0,01
Метионин	0,75 ± 0,04
Лейцин	1,92 ± 0,10
Изолейцин	1,05 ± 0,05
Тирозин	0,63 ± 0,03
Фенилаланин	1,22 ± 0,06
Гистидин	0,54 ± 0,03
Лизин	1,28 ± 0,06
Валин	1,57 ± 0,08
Аргинин	1,59 ± 0,08
Сумма аминокислот	23,35 ± 1,17

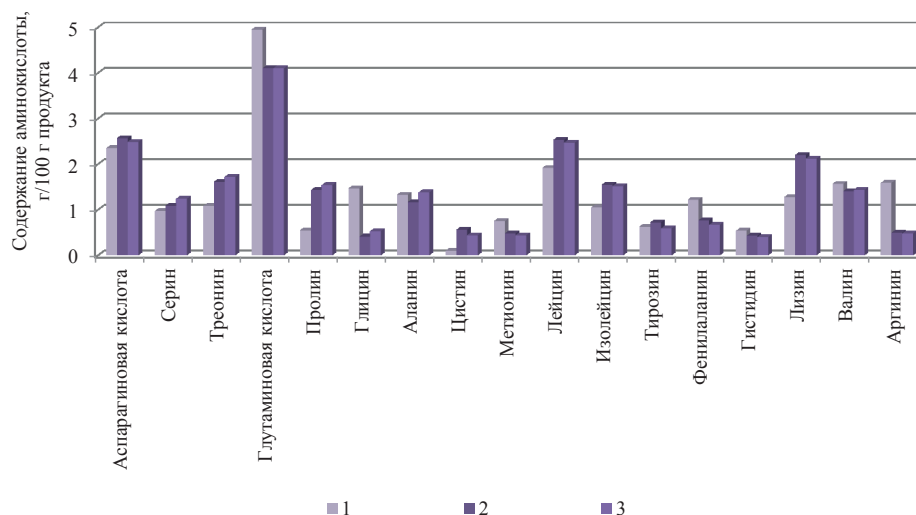


Рисунок 5. Сравнительный анализ аминокислотного состава высокобелковых продуктов: 1 – творожный продукт «Энергия Сибири»; 2 – высокобелковая смесь «100% Natural & Whey»; 3 – высокобелковая смесь «100% Whey Gold Standard»

Figure 5. Comparative analysis of the amino acid composition of high-protein products: 1 – curd product ‘Energy of Siberia’; 2 – high-protein mixture ‘100% Natural & Whey’; 3 – high-protein mixture ‘100% Whey Gold Standard’

вороточного протеина, концентрат сывороточного протеина и сывороточные пептиды [36]. Анализ данных представлен на рисунке 5.

Содержание белка во всех исследуемых продуктах составляет $23,5 \pm 1 \%$. Содержание аминокислот в продуктах массмаркета и разработанном творожном продукте в большинстве случаев практически одинаковы. Несмотря на свое количество в продукте, пролина и цистина в творожном продукте в 3 раза меньше, чем в коммерческих продуктах, содержание глутаминовой кислоты в 1,2 раза больше, глицина в 3 раза больше, метионина в 1,5 раз больше, фенилаланина в 1,6 раз больше, аргинина в 3 раза больше. Показано, что творожный продукт соответствует характеристикам продуктов, популярных среди спортсменов, не уступая их характеристикам – массовой доле белка и сбалансированным аминокислотным составом.

Витамины являются важнейшим компонентом в спортивном питании в связи с тем, что они влияют на энергетический обмен и синтез белка. При соблюдении сбалансированного питания необходимое количество витаминов синтезируется в организме самостоятельно. При повышенных физических нагрузках процессы метаболизма ускоряются и образующегося количества витаминов в живом организме спортсмена недостаточно. Поэтому люди, занимающиеся спортом, должны увеличить потребление витаминов с пищей [36, 37]. Результаты изучения витаминного состава обогащенного творожного продукта для питания спортсменов приведены в таблице 5.

Из таблицы 5 следует, что потребление 100 г творожного продукта позволяет удовлетворить суточную потребность организма в витамине B_{12} на 66,7 %, в витамине B_1 – на 24,6 %, в витамине B_5 – на 18,8 %. Витамин B_{12} регулирует процесс кроветворения, процесс трансметилирования холина, метионина, креатина, нуклеиновых кислот и нуклеотидов, способствует

повышению биологической ценности растительных рационов. Витамин PP оказывает положительное влияние на жировой обмен, содействует нормальному росту тканей, снижает уровень холестерина в крови, принимает участие в преобразовании жиров и сахара в энергию. Витамин PP в организме человека обладает профилактическим действием при гипертонии, диабете, сердечно-сосудистых заболеваниях. Витамин B_6 принимает участие в синтезе гемоглобина и белковом обмене. Витамин B_1 в организме человека играет значительную роль в обменных процессах воды, жиров, углеводов и минеральных солей. Обеспечивает нормальный рост и развитие основных систем организма (сердечно-сосудистой, нервной и пищеварительной). Витамин B_5 входит в состав многих ферментов, необходим для обмена аминокис-

Таблица 5. Витаминный состав обогащенного творожного продукта для спортсменов «Энергия Сибири»

Table 5. Vitamin composition of the fortified curd product for athletes ‘Energy of Siberia’

Наименование витамина	Содержание витамина в творожном продукте, мг/100 г продукта	Доля от рекомендуемой суточной потребности, %
Витамин B_1 (тиамин)	$0,32 \pm 0,03$	24,6
Витамин B_2 (рибофлавин)	$0,05 \pm 0,01$	4,0
Витамин B_5 (пантотеновая кислота)	$0,75 \pm 0,08$	18,8
Витамин B_6 (пиридоксин)	$0,15 \pm 0,02$	9,4
Витамин PP (ниацин)	$1,33 \pm 0,01$	6,7
Витамин B_{12} (цианокобаламин)	$0,0020 \pm 0,0002$	66,7
Витамин C (аскорбиновая кислота)	$0,67 \pm 0,07$	0,7

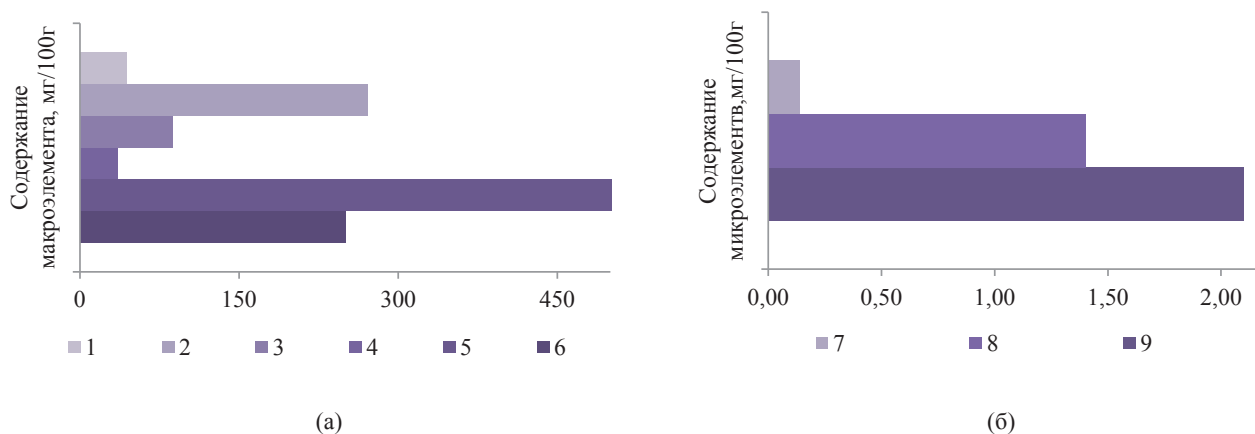


Рисунок 6. Макроэлементный (а) и микроэлементный (б) состав обогащенного творожного продукта для спортсменов «Энергия Сибири»: 1 – К; 2 – Са; 3 – Si; 4 – Mg; 5 – P; 6 – Cl; 7 – Fe; 8 – Mn; 9 – Cu

Figure 6. Macroelement (a) and microelement (b) composition of the fortified curd product for athletes 'Energy of Siberia': 1 – K; 2 – Ca; 3 – Si; 4 – Mg; 5 – P; 6 – Cl; 7 – Fe; 8 – Mn; 9 – Cu

лот, углеводов и жиров, а также синтеза жизненно важных жирных кислот, гистамина, гемоглобина, ацетилхолина, холестерина [15].

Диетологи выделяют ряд минеральных веществ, без которых продукты спортивного питания являются не полноценными. В продуктах должны присутствовать соли кальция, так как для усвоения организмом спортсменов большого количества белка, который присутствует в продуктах питания спортивного назначения, необходимо потреблять в два раза больше кальция. Недостаток кальция может привести к нарушению минерального и гормонального баланса. Также важным компонентом в питании спортсменов являются соли натрия и калия, участвующие в процессе энергообмена. В процессе тренировок спортсмен теряет большое количество этих солей. Цинк и магний усиливают концентрацию анаболических гормонов, но их содержание должно быть минимальным, так как в больших количествах они токсичны [38, 39]. Результаты изучения содержания минераль-

ных веществ в творожном продукте, обогащенном белковым концентратом из зерен овса посевного, отражены на рисунке 6.

Результаты, представленные на рисунке 6, позволили сделать вывод о том, что из макроэлементов в обогащенном творожном продукте преобладают кальций (517 мг/100 г продукта), фосфор (271 мг/100 г продукта) и калий (250 мг/100 г продукта). Творожный продукт, обогащенный белковым концентратом из зерен овса, характеризуется высоким содержанием таких микроэлементов, как железо (2,1 мг/100 г продукта) и марганец (1,4 мг/100 г продукта).

Являясь частью молекул РНК и ДНК, фосфор является важным соединением, принимающим участие в реакциях биосинтеза. Он входит также в состав молекул аденозинтрифосфата, при помощи которых запасается энергия в биологических клетках. Железо является активатором многих каталитических процессов в организме и участвует в транспортировке газов кровью. Марганец в организме образует металлокомплексы с белками, нуклеиновыми кислотами, АТФ, АДФ, отдельными аминокислотами [40].

Из рисунка 7 следует, что при употреблении 100 г обогащенного творожного продукта удовлетворяется суточная потребность организма в таких минералах, как кремний (на 118,3 %), марганец (на 70,0 %), кальций (51,7 %), фосфор (33,9 %) и магний (19,3 %).

Таким образом, творожный продукт, обогащенный белковым концентратом из зерен овса посевного, характеризуется сбалансированным аминокислотным, витаминным, макро- и микроэлементным составом, что позволяет включать его в рацион питания спортсменов.

Выводы

Разработана технология производства творожного продукта «Энергия Сибири», обогащенного концентратом белка из зерен овса посевного. Установлено, что добавление белкового концентрата в количестве 3 % в рецептуру приводит к получению творожного продукта с оптимальными значениями реологических и структурно-механических характеристик.

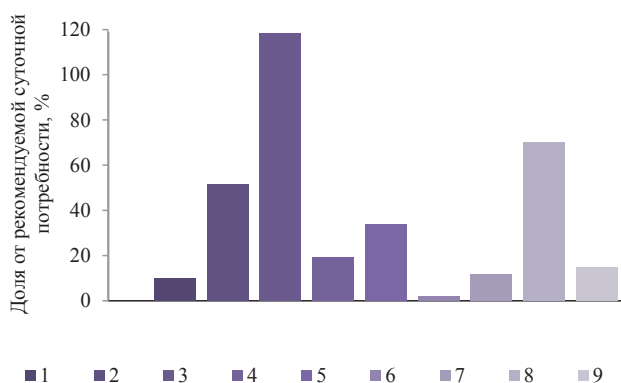


Рисунок 7. Результаты определения доли от рекомендуемой суточной потребности минеральных веществ при употреблении обогащенного творожного продукта: 1 – К; 2 – Са; 3 – Si; 4 – Mg; 5 – P; 6 – Cl; 7 – Fe; 8 – Mn; 9 – Cu

Figure 7. Percentage of the recommended daily consumption of mineral substances when using the fortified curd product: 1 – K; 2 – Ca; 3 – Si; 4 – Mg; 5 – P; 6 – Cl; 7 – Fe; 8 – Mn; 9 – Cu

Сравнительный анализ биологического потенциала разработанного творожного продукта доказал, что по качественным характеристикам он не уступает импортным высокобелковым продуктам спортивного питания, широко представленным на рынке функционального питания.

Показано, что творожный продукт «Энергия Сибири» обогащен водорастворимыми витаминами группы В. Потребление 100 г творожного продукта позволяет удовлетворить суточную потребность организма в витамине В₁₂ на 66,7 %, в витамине В₁ – на 24,6 %, в витамине В₅ – на 18,8 %.

Разработана техническая документация (ТУ 9284-252-020283316-2019) на творожный продукт, обога-

щенный концентратом белка из зерен овса посевного, для спортсменов.

Показано, что творожный продукт характеризуется высокой массовой долей белка (23,5 %), сбалансированным аминокислотным и витаминным составом. Это позволяет рассматривать его в качестве функционального продукта питания для лиц, активно занимающихся спортом.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

Финансирование

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках госзадания (проект 15.4642.2017/8.9).

Список литературы

1. Production of Whey Powder Added Fruit Beverages and Some Quality Characteristics / B. E. Argan, O. Güneşer, A. K. Toklucu [et al.] // *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*. – 2015. – Vol. 3, № 8. – P. 651–658. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v3i8.651-658.425>.
2. Wildman, R. E. C. Nutraceuticals and functional foods / R. E. C. Wildman, M. Kelly // *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods* / R. E. C. Wildman. – Boca Raton : CRC Press, 2007.
3. Newsholme, E. Biochemistry for the medical science / E. Newsholme, A. Leech. – Wiley, 1984. – 982 p.
4. Nutritional strategies to promote postexercise recovery / M. Beelen, L. M. Burke, M. J. Gibala [et al.] // *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. – 2010. – Vol. 20, № 6. – P. 512–532. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.6.515>.
5. Urgent Need of Nutritional Strategy and Innovated Functional Foods for Athletes Health and Fitness / S. Y. Al-Okbi, H. M. Wahba, M. S. Mohamed [et al.] // *Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences*. – 2014. – Vol. 22, № 2. – P. 90–101. DOI: <https://doi.org/10.12816/0008178>.
6. Plasma amino acid concentrations in the overtraining syndrome: possible effects on the immune system / M. Parry-Billings, R. Budgett, Y. Koutedakis [et al.] // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 1992. – Vol. 24, № 12. – P. 1353–1358.
7. Colombani, P. C. Role of dietary proteins in sports / P. C. Colombani, S. Mettler // *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. – 2011. – Vol. 81, № 2–3. – P. 120–124. DOI: <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000060>.
8. Sánchez, O. A. Prevalence of protein supplement use at gyms / O. A. Sánchez, M. T. Miranda León, E. Guerra-Hernández // *Nutricion Hospitalaria*. – 2011. – Vol. 26, № 5. – P. 1168–1174. DOI: <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.5.1110>.
9. Lipid peroxidation and antioxidant vitamins under extreme endurance stress / L. Rokitzki, E. Logemann, A. N. Sagredos [et al.] // *Acta Physiologica Scandinavica*. – 1994. – Vol. 151, № 2. – P. 149–154. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1994.tb09732.x>.
10. McArdle, W. D. Exercise Physiology: energy, nutrition, and human performance / W. D. McArdle, F. I. Katch, V. L. Katch. – Baltimore : Williams & Wilkins. – 1996.
11. Gonzalez, J. T. New perspectives on nutritional interventions to augment lipid utilization during exercise / J. T. Gonzalez, E. J. Stevenson // *British Journal of Nutrition*. – 2012. – Vol. 107, № 3. – P. 339–349. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007114511006684>.
12. Dietary intake and the markers of muscle damage in elite basketball players after a basketball match / N. Kostopoulos, N. Apostolidis, D. Mexis [et al.] // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2017. – Vol. 17, № 1. – P. 394–401. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2017.01058>.
13. Khurana, H. K. Recent trends in development of fermented milk / H. K. Khurana, S. K. Kanawjia // *Current Nutrition and Food Science*. – 2007. – Vol. 3, № 1. – P. 91–108. DOI: <https://doi.org/10.2174/1573401310703010091>.
14. Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry – A Review / J. B. Krolczyk, T. Dawidziuk, E. Janiszewska-Turak [et al.] // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. – 2016. – Vol. 66, № 3. – P. 157–165. DOI: <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0052>.
15. Day, L. Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security / L. Day // *Trends in Food Science and Technology*. – 2013. – Vol. 32, № 1. – P. 25–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005>.
16. Просеков, А. Ю. Анализ состава и свойств белков молока с целью использования в различных отраслях пищевой промышленности / А. Ю. Просеков, М. Г. Курбанова // *Техника и технология пищевых производств*. – 2009. – Т. 15, № 4. – С. 68–71.
17. Aiking, H. Future protein supply / H. Aiking // *Trends in Food Science and Technology*. – 2011. – Vol. 22, № 2–3. – P. 112–120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.005>.
18. Pimentel, D. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment / D. Pimentel, M. Pimentel // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2003. – Vol. 78, № 3. – P. 660S–663S. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.660S>.

19. De Boer, J. On the merits of plant-based proteins for global food security: Marrying macro and micro perspectives / J. De Boer, H. Aiking // *Ecological Economics*. – 2011. – Vol. 70, № 7. – P. 1259–1265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.001>.
20. Prosekov, A. Yu. Food security: The challenge of the present / A. Yu. Prosekov, S. A. Ivanova // *Geoforum*. – 2018. – Vol. 91. – P. 73–77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.030>.
21. Питательная ценность белков яровой пшеницы, ячменя и овса / В. А. Воробев, Г. М. Сафина, Р. А. Максимов [и др.] // *Нива Урала*. – 2008. – № 1. – С. 19–20.
22. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods / P. Rasane, A. Jha, L. Sabikhi [et al.] // *Journal of Food Science and Technology*. – 2015. – Vol. 52, № 2. – P. 662–675. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1>.
23. Prosekov, A. Yu. Theory and practice of prion protein analysis in food products / A. Yu. Prosekov // *Foods and Raw Materials*. – 2014. – Vol. 2, № 2. – P. 106–120. DOI: <https://doi.org/10.12737/5467>.
24. Ryan, L. Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential / L. Ryan, P. S. Thondre, C. J. K. Henry // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2011. – Vol. 24, № 7. – P. 929–934. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.02.002>.
25. Molecular characterisation of 36 oat varieties and in vitro assessment of their suitability for celiac's diet / C. Ballabio, F. Uberti, S. Manfredelli [et al.] // *Journal of Cereal Science*. – 2011. – Vol. 54, № 1. – P. 110–115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.04.004>.
26. Functional properties of the enzyme-modified protein from oat bran / A. Prosekov, O. Babich, O. Kriger [et al.] // *Food Bioscience*. – 2018. – Vol. 24. – P. 46–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.05.003>.
27. Gulvady, A. A. Nutritional comparison of oats and other commonly consumed whole grains / A. A. Gulvady, R. C. Brown, J. A. Bell // *Oats Nutrition and Technology* / Y. F. Chu. – Wiley Blackwell, 2013. – P. 71–93. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118354100.ch4>.
28. A nutrition and conditioning intervention for natural bodybuilding contest preparation: case study / S. L. Robinson, A. Lambeth-Mansell, G. Gillibrand [et al.] // *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. – 2015. – Vol. 12, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0083-x>.
29. Effect of oat bran on time to exhaustion, glycogen content and serum cytokine profile following exhaustive exercise / F. F. Donatto, J. Prestes, A. B. Frollini [et al.] // *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. – 2010. – Vol. 7. DOI: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-32>.
30. Gonzalez, E. Flavoring nutrition bars / E. Gonzalez, M. Draganchuk // *Cereal Foods World*. – 2003. – Vol. 48, № 5. – P. 250–251.
31. Decker, E. A. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits / E. A. Decker, D. J. Rose, D. Stewart // *British Journal of Nutrition*. – 2014. – Vol. 112. – P. S58–S64. DOI: <https://doi.org/10.1017/S000711451400227X>.
32. Каширских, Е. В. Технология получения белкового концентрата овса посевного с высокими физико-химическими и функционально-технологическими характеристиками / Е. В. Каширских, О. О. Бабич, О. В. Кригер // *Техника и технология пищевых производств*. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 216–226. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-216-226>.
33. ГОСТ 34006-2016. Продукция пищевая специализированная. Продукция пищевая для питания спортсменов. Термины и определения. М. : Стандартинформ, 2017. – 8 с.
34. Pasin, G. US Whey products and sports nutrition / G. Pasin, S. L. Miller // *Applications monograph*. – 2005. – Vol. 14.
35. Protein Products [Electronic resource]. – Available from: <https://www.optimumnutrition.com/en-us>. – Date of the application: 04.06.2019.
36. Paul, G. L. The rationale for consuming protein blends in sports nutrition / G. L. Paul // *Journal of the American College of Nutrition*. – 2009. – Vol. 28. – P. 464S–472S. DOI: <https://doi.org/10.1080/07315724.2009.10718113>.
37. Development of new combined sports nutrition products / O. Kolman, G. Ivanova, M. Kudryavtsev [et al.] // *Journal of Physical Education and Sport*. – 2018. – Vol. 18. – P. 401–407. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.s156>.
38. Wirmitzer, K. C. Vegan nutrition: latest boom in health and exercise / K. C. Wirmitzer // *Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods* / A. M. Grumezescu, A. M. Holban. – Academic Press, 2018. – P. 387–453. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814625-5.00020-0>.
39. Harrison, L. Developing food products for consumers concerned with physical activity, sports, and fitness / L. Harrison, R. Smith // *Developing Food Products for Consumers with Specific Dietary Needs* / S. Osborn, W. Morley. – Woodhead Publishing, 2016. – P. 215–239. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100329-9.00011-6>.
40. Теппермент, Дж. Физиология обмена веществ и эндокринной системы / Дж. Теппермен, Х. М. Теппермен. – М. : Мир. – 1989. – 656 с.

References

1. Argan BE, Güneşer O, Toklucu AK, Yüceer YK. Production of Whey Powder Added Fruit Beverages and Some Quality Characteristics. *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*. 2015;3(8):651–658. DOI: <https://doi.org/10.24925/turfaj.v3i8.651-658.425>.

2. Wildman REC, Kelly M. Nutraceuticals and functional foods. In: Wildman REC, editor. Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. Boca Raton: CRC Press; 2007.
3. Newsholme E, Leech A. Biochemistry for the medical science. Wiley; 1984. 982 p.
4. Beelen M, Burke LM, Gibala MJ, Van Loon LJC. Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2010;20(6):512–532. DOI: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.6.515>.
5. Al-Okbi SY, Wahba HM, Mohamed MS, Taha MN. Urgent Need of Nutritional Strategy and Innovated Functional Foods for Athletes Health and Fitness. *Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences*. 2014;22(2):90–101. DOI: <https://doi.org/10.12816/0008178>.
6. Parry-Billings M, Budgett R, Koutedakis Y, Blomstrand E, Brooks S, Williams C, et al. Plasma amino acid concentrations in the overtraining syndrome: possible effects on the immune system. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1992;24(12):1353–1358.
7. Colombani PC, Mettler S. Role of dietary proteins in sports. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 2011;81(2–3):120–124. DOI: <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000060>.
8. Sánchez OA, Miranda León MT, Guerra-Hernández E. Prevalence of protein supplement use at gyms. *Nutricion Hospitalaria*. 2011;26(5):1168–1174. DOI: <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.5.5110>.
9. Rokitzki L, Logemann E, Sagredos AN, Murphy M, Wetzel-Roth W, Keul J. Lipid peroxidation and antioxidant vitamins under extreme endurance stress. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1994;151(2):149–154. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1994.tb09732.x>.
10. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Exercise Physiology: energy, nutrition, and human performance. Baltimore: Williams & Wilkins; 1996.
11. Gonzalez JT, Stevenson EJ. New perspectives on nutritional interventions to augment lipid utilization during exercise. *British Journal of Nutrition*. 2012;107(3):339–349. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007114511006684>.
12. Kostopoulos N, Apostolidis N, Mexis D, Mikellidi A, Nomikos T. Dietary intake and the markers of muscle damage in elite basketball players after a basketball match. *Journal of Physical Education and Sport*. 2017;17(1):394–401. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2017.01058>.
13. Khurana HK, Kanawjia SK. Recent trends in development of fermented milk. *Current Nutrition and Food Science*. 2007;3(1):91–108. DOI: <https://doi.org/10.2174/1573401310703010091>.
14. Krolczyk JB, Dawidziuk T, Janiszewska-Turak E, Sołowiej B. Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry – A Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2016;66(3):157–165. DOI: <https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0052>.
15. Day L. Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science and Technology*. 2013;32(1):25–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005>.
16. Prosekov AYu, Kurbanova MG. Analiz sostava i svoystv belkov moloka s tsel'yu ispol'zovaniya v razlichnykh otraslyakh pishchevoy promyshlennosti [Analysis of the composition and properties of milk proteins to be used in various sectors of food industry]. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2009;15(4):68–71. (In Russ.).
17. Aiking H. Future protein supply. *Trends in Food Science and Technology*. 2011;22(2–3):112–120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.005>.
18. Pimentel D, Pimentel M. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2003;78(3):660S–663S. DOI: <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.660S>.
19. De Boer J, Aiking H. On the merits of plant-based proteins for global food security: Marrying macro and micro perspectives. *Ecological Economics*. 2011;70(7):1259–1265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.001>.
20. Prosekov AYu, Ivanova SA. Food security: The challenge of the present. *Geoforum*. 2018;91:73–77. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2018.02.030>.
21. Vorobev VA, Safina GM, Maksimov RA, Nikolaeva LS. Pitatel'naya tsnennost' belkov yarovoy pshenitsy, yachmenya i ovsa [Nutritional value of proteins of spring wheat, barley, and oats]. *Niva Urala [Niva Urala]*. 2008;(1):19–20. (In Russ.).
22. Rasane P, Jha A, Sabikhi L, Kumar A, Unnikrishnan VS. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods. *Journal of Food Science and Technology*. 2015;52(2):662–675. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1>.
23. Prosekov AYu. Theory and practice of prion protein analysis in food products. *Foods and Raw Materials*. 2014;2(2):106–120. DOI: <https://doi.org/10.12737/5467>.
24. Ryan L, Thondre PS, Henry CJK. Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011;24(7):929–934. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.02.002>.
25. Ballabio C, Uberti F, Manferdelli S, Vacca E, Boggini G, Redaelli R, et al. Molecular characterisation of 36 oat varieties and in vitro assessment of their suitability for celiac's diet. *Journal of Cereal Science*. 2011;54(1):110–115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.04.004>.
26. Prosekov A, Babich O, Kriger O, Ivanova S, Pavsky V, Sukhikh S, et al. Functional properties of the enzyme-modified protein from oat bran. *Food Bioscience*. 2018;24:46–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.05.003>.
27. Gulvady AA, Brown RC, Bell JA. Nutritional comparison of oats and other commonly consumed whole grains. In: Chu YF, editor. *Oats Nutrition and Technology*. Wiley Blackwell; 2013. pp. 71–93. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118354100.ch4>.
28. Robinson SL, Lambeth-Mansell A, Gillibrand G, Smith-Ryan A, Bannock L. A nutrition and conditioning intervention for natural bodybuilding contest preparation: case study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2015;12(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0083-x>.

29. Donatto FF, Prestes J, Frollini AB, Palanch AC, Verlengia R, Cavaglieri CR. Effect of oat bran on time to exhaustion, glycogen content and serum cytokine profile following exhaustive exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2010;7. DOI: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-32>.
30. Gonzalez E, Draganchuk M. Flavoring nutrition bars. *Cereal Foods World*. 2003;48(5):250–251.
31. Decker EA, Rose DJ, Stewart D. Processing of oats and the impact of processing operations on nutrition and health benefits. *British Journal of Nutrition*. 2014;112:S58–S64. DOI: <https://doi.org/10.1017/S000711451400227X>.
32. Kashirskih EV, Babich OO, Kriger OV. Production Technology for Oat Protein with Advanced Physicochemical, Functional, and Technological Properties. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(2):216–226. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-216-226>.
33. State Standard 34006-2016. Specialized foodstuffs. Food products for sportsmens nutrition. Terms and definition. Moscow: Standartinform; 2017. 8 p.
34. Pasin G, Miller SL. US Whey products and sports nutrition. *Applications monograph*. 2005;14.
35. Protein Products [Internet]. [cited 2019 Jun 04]. Available from: <https://www.optimumnutrition.com/en-us>.
36. Paul GL. The rationale for consuming protein blends in sports nutrition. *Journal of the American College of Nutrition*. 2009;28:464S–472S. DOI: <https://doi.org/10.1080/07315724.2009.10718113>.
37. Kolman O, Ivanova G, Kudryavtsev M, Gavriilyuk O, Osipov A, Ivanova A. Development of new combined sports nutrition products. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018;18:401–407. DOI: <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.s156>.
38. Wirtzter KC. Vegan nutrition: latest boom in health and exercise. In: Grumezescu AM, Holban AM, editors. *Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods*. Academic Press; 2018. pp. 387–453. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814625-5.00020-0>.
39. Harrison L, Smith R. Developing food products for consumers concerned with physical activity, sports, and fitness. In: Osborn S, Morley W, editors. *Developing Food Products for Consumers with Specific Dietary Needs*. Woodhead Publishing; 2016. pp. 215–239. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100329-9.00011-6>.
40. Tepperman J, Tepperman XM. *Metabolic and Endocrine Physiology an Introductory Text*. Moscow: Mir; 1989. 656 p. (In Russ.).

Сведения об авторах

Каширских Егор Владимирович

аспирант, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: k8enya@gmail.com


Бабич Ольга Олеговна

д-р техн. наук, профессор, директор Института живых систем, ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», 236016, Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, 14, тел.: +7 (4012) 59-55-95, e-mail: olich.43@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4921-8997>

Кригер Ольга Владимировна

ведущий научный сотрудник научно-исследовательского института биотехнологии, ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», 236016, Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, 14, тел.: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: olgakrigr58@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1489-0716>

Иванова Светлана Анатольевна

д-р техн. наук, доцент, заведующая кафедрой общей математики и информатики, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-32, e-mail: pavvm2000@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1252-9572>


Information about the authors

Egor V. Kashirskih

Postgraduate Student, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: k8enya@gmail.com


Olga O. Babich

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Director of the Institute of living systems, Immanuel Kant Baltic Federal University, 14, A. Nevskogo Str., Kaliningrad, 236016, Russia, phone: +7 (4012) 59-55-95, e-mail: olich.43@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4921-8997>

Olga V. Kriger

Leading Researcher Research Institute of Biotechnology, Immanuel Kant Baltic Federal University, 14, A. Nevskogo Str., Kaliningrad, 236016, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-73, e-mail: olgakrigr58@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1489-0716>

Svetlana A. Ivanova

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Head of the Department of General Mathematics and Informatics, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-32, e-mail: pavvm2000@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-1252-9572>

Теоретические аспекты формирования состава напитка для профилактического питания

И. Ю. Сергеева, В. С. Райник*, А. С. Марков^{ORCID}, Е. А. Вечтомова

Дата поступления в редакцию: 01.05.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

*e-mail: rainikwit@mail.ru



© И. Ю. Сергеева, В. С. Райник, А. С. Марков, Е. А. Вечтомова, 2019

Аннотация. Современная культура питания, экологическое окружение человека приводит к метаболическим сбоям организма и все раннему развитию алиментарных заболеваний таких, как ожирение, сахарный диабет, сердечнососудистых, заболеваний пищеварительной системы. Представлены аспекты развития медицинской науки путем продвижения научной платформы «профилактическая среда». Приоритетом развития платформы является оценка влияния индивидуальных биологических активных нутриентов пищевых продуктов на формирование склонности организма к возникновению ряда заболеваний. Представлен краткий обзор основных направлений исследований ученых в диетологии. Показано, что несбалансированность питания приводит к метаболическому синдрому – увеличению массы тела, сердечнососудистым заболеваниям. Ученые связывают метаболические нарушения как с наследственной предрасположенностью (наличием полиморфизма определенных генов), так и с влиянием производственной среды, рациона питания. Проведенный анализ научных данных позволил обозначить ингредиентный состав профилактического продукта-напитка – овсяное молоко модифицированного углеводного состава с плодово-ягодными и овощными наполнителями.

Ключевые слова. Диетология, ожирение, нутригеномика, физиология, антиоксиданты

Для цитирования: Теоретические аспекты формирования состава напитка для профилактического питания / И. Ю. Сергеева, В. С. Райник, А. С. Марков [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 356–366. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-356-366>.

Review article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Beverage Composition for Preventive Nutrition: Theoretical Approach

I.Yu. Sergeeva, V.S. Rainik*, A.S. Markov^{ORCID}, E.A. Vechtomova

Received: May 01, 2019
Accepted: August 30, 2019

Kemerovo State University,
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

*e-mail: rainikwit@mail.ru



© I.Yu. Sergeeva, V.S. Rainik, A.S. Markov, E.A. Vechtomova, 2019

Abstract. Modern food culture and ecological environment lead to metabolic failures. Cardiovascular and digestive diseases, as well as obesity and diabetes, are becoming younger and younger. The present research featured the development of medical science by promoting the scientific platform of ‘preventive environment’. The priority of the platform is to assess the impact of individual bioactive nutrients on morbidity. The paper starts with a brief overview of the main directions in dietetics. Imbalanced nutrition leads to metabolic syndrome, which results in weight gain and cardiovascular diseases. Scientists associate metabolic disorders with hereditary predisposition, i.e. the presence of polymorphism of certain genes, and with the effect of environment and diet. Modern science knows few medical options for obesity treatment, which means that both pharmaceutical and nutraceutical methods of weight-reducing treatment remain understudied. Functional foods with a modified carbohydrate profile can improve the chemical composition of the diet. The study involved ranking of dairy products according to the obesity risk. The paper describes the effect of various biologically active substances of plant origin on metabolism of an obesity-affected organism. Thylakoids were found to affect satiety and fullness of the gastrointestinal tract through hormones of appetite. They also affect the microbial composition of the gastrointestinal tract without causing side effects, such as steatorrhea. The research results indicate that thylakoids are a new means of natural origin for the prevention and treatment of obesity. A single dose of black tea containing flavonoids was found to reduce peripheral blood flow in the upper and lower extremities after glucose loading, which was accompanied by a lower reaction to insulin. A mixture of curcumin and piperine can increase fat loss and suppress inflammation caused by high fat content. The paper also features the phenomenon of oxidative stress: antioxidant ingredients, such as vitamins, trace elements, and minor biologically active components are mandatory for a balanced diet. The analysis of scientific data made it possible to create a formula for a preventive product – an oat milk with a modified carbohydrate composition and various fruit, berry, and vegetable fillers.

Keywords. Dietetics, obesity, nutrigenomics, physiology, antioxidants

For citation: Sergeeva IYu, Rainik VS, Markov AS, Vechtomova EA. Beverage Composition for Preventive Nutrition: Theoretical Approach. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):356–366. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-356-366>.

Введение

Питание – одна из главных составляющих жизнедеятельности человека. Априори существует корреляция между рационом питания человека и его здоровьем. Современный образ жизни человека привел к существенным изменениям культуры питания. Это произошло как следствие изменения тенденций в пищевой индустрии. Разрабатываются различные подходы и формы технического регулирования инновационных продуктов питания с предложениями устранения проблем движения этих продуктов в законодательном плане [1].

Кроме того, стремление технологии к развитию ассортимента быстрых блюд и полуфабрикатов привело к появлению продуктов питания, дефицитных по основным нутриентам [1]. Такой рацион приводит к нарушениям функционирования различных систем организма, возникновению ожирения, сахарного диабета, сердечнососудистых и других заболеваний.

Таким образом, разработка продуктов определенного ингредиентного состава для профилактического питания – перспективное и своевременное направление.

Цель исследования – обозначить основные аспекты подхода к формированию ингредиентного состава продукта на основе анализа основных тенденций медицинской науки в области профилактического питания.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования – результаты исследований отечественных и зарубежных ученых, сгениерированные в научно-технических источниках информации.

Методы исследования – гипотетический; анализ и селекция информационных источников; обобщение и систематизация информационных данных.

Результаты и их обсуждение

Зачастую продукты быстрого питания высококалорийны. Это превышает энерготраты человека и приводит к увеличению массы тела. Кроме того, современная культура питания в сочетании с психофизиологическим состоянием (стресс, депрессия) сильно влияет на уровень аппетита и гастрономические предпочтения. Аппетит человека в нормальном спокойном состоянии контролируется подсознательно посредством мощной биологической системы, которая обеспечивает баланс между объемом принятой пищи и эвакуаторной способности желудочно-кишечного тракта [2].

В медицине выделяют четыре основных физиологических механизма возникновения и развития инсулиновой резистентности: избыточное питание, ожирение, воспаление и стресс. Гиперлипидемия

напрямую коррелирует с резистентностью инсулина, которая по типу положительной обратной связи катализирует дальнейшее увеличение веса и способствует ожирению. Учеными доказана эффективность ограничительной диеты к восстановлению чувствительности к инсулину у людей малоподвижного образа жизнедеятельности [3].

Акцентированное внимание к профилактике именно таких заболеваний путем промотирования здорового питания отражено в декларации на министерской конференции Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в мае 2011 г. (Москва), а также в политической декларации генеральной ассамблеи ООН в сентябре 2011 г. Сложившаяся ситуация усугубляется также и условиями работы, особенно в промышленном производстве, что способствует накоплению в организме вредных веществ и, как следствие, ухудшению здоровья и снижению продолжительности активной жизнедеятельности.

Так, учеными МНЦ профилактики и охраны здоровья рабочих промышленных предприятий Роспотребнадзора (Екатеринбург) и ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Москва) на базе двух центров здорового питания проведена оценка пищевого статуса рабочих, занятых тяжелым трудом по добыче меди и железорудного сырья в Свердловской области [4]. Программа обследования включала изучение корреляции фактического питания, антропометрических данных, данных состава тела и биомаркеров пищевых продуктов по результатам биохимии крови испытуемых. Установлено, что пищевой рацион рабочих отличается высокой калорийностью с избытком жиров и сахаридов, дефицитом витаминов С и А, пищевых волокон. Такая несбалансированность питания приводит к метаболическому синдрому – увеличению массы тела, сердечнососудистым заболеваниям. Ученые связывают метаболические нарушения как с наследственной предрасположенностью (наличием полиморфизма определенных генов), так и с влиянием производственной среды [4].

По данным ВОЗ, более трети населения мира страдает заболеваниями, напрямую связанными с высоким загрязнением среды обитания [5]. Это и промышленные и автотранспортные выбросы, электромагнитное излучение, пресыщение почв токсичными химическими соединениями, которые диффундируют в дальнейшем в процессе переработки сельскохозяйственной продукции в продукты питания. В аналитических докладах ВОЗ особый акцент делается на таких заболеваниях, как микозы, дерматозы, аллергические болезни. Согласно статистическим данным Министерства охраны труда за последнее десятилетие процент занятых на опасных и вредных работах вырос в 5 раз, а на тяжелых – более чем в 2 раза как для мужчин, так и для женщин [5].

Первостепенной задачей правительства является управление профессиональными рисками. Основа общественного здоровья требует системного подхода к формированию профилактической среды. Поэтому во исполнение Указа Президента РФ от 07.05.2012 г. № 598 Правительства Российской Федерации была разработана и утверждена распоряжением от 28.12.2012 г. № 2580-р Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 г. (далее, Стратегия) [5].

Стратегия основывается на системной реализации следующих мероприятий: политики государства в области развития науки и технологий на период до 2020 года и дальнейшую перспективу (№ 1207п-П8 от 20.03.2012 г.); комплексной программе развития биотехнологий в РФ на период до 2020 года (№ 1853п-П8 от 24.04.2012 г.).

Создание инновационных продуктов высоких технологий, обеспечивающих на основе трансляции этих технологий в практическое здравоохранение, главная цель Стратегии. Вектор Стратегии направлен на воплощение политики государства в области здравоохранения, повышение уровня качества и доступности медицинской помощи населению, включая разработку инновационной продукции, овладение остро значимыми технологиями и формирование компетенций. Стратегией определены первостепенные направления развития медицинской науки в России, включая развитие и утверждение научных платформ медицинской науки (Пр. № 281 «Об утверждении научных платформ медицинской науки», в редакции от 22.05.2017 г. № 245) [5].

Одной из таких платформ является научная платформа «профилактическая среда». В плане исполнения данной платформы планируются мероприятия по созданию и внедрению индивидуальных, групповых и популяционных программ первичной профилактики наиболее распространенных алиментарных заболеваний путем организации системного отслеживания и анализа взаимосвязи состояния питания человека с основными биомаркерами здоровья. Приоритет в исследованиях – оценка влияния индивидуальных биологических активных нутриентов пищевых продуктов на формирование склонности организма к возникновению ряда выше указанных заболеваний. Итогом проведенных исследований должна быть корректировка физиологических норм потребности в пищевых веществах и энергии различных категорий населения, а также обоснование состава новых пищевых продуктов специализированного и функционального назначения [5].

Современная диетология состоит из двух основных составляющих – адекватное или рациональное питание и лечебно-профилактическое питание. Согласно терминологии научной школы А. М. Уголева практической значимостью обладает термин «адекватное питание», т. е. полноценное питание должно быть соотнесено с геронтологическими особенностями, генофондом, функционированием пищеварительной системы, экологическим окружением человека [6].

Немаловажным фактором, приводящем к возник-

новению и развитию распространенных алиментарных заболеваний, является окислительный стресс организма человека. С этой точки зрения ученые в обязательном порядке рекомендуют обогащение пищевого рациона ингредиентами антиоксидантной направленности – витаминами, микроэлементами и минорными биологически активными компонентами [7].

Исследованиями ученых ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» (Москва) показано, что организовать эффективную диетотерапию больных ожирением и предотвратить развитие осложнений этого заболевания необходимо в комплексе с проведением молекулярно-генетических исследований на предмет обнаружения полиморфизма генов, ответственных за метаболические нарушения [8].

Персонализированный подход необходим также к лечению и профилактике сахарного диабета и ожирения на фоне сердечно-сосудистых заболеваний [9, 10]. Оптимизировать химический состав диеты позволяет включение в рацион специализированных пищевых продуктов с модифицированным углеводным профилем [9, 11, 12].

В ФГБУН «НИИ питания» (Москва) проведены исследования корреляции между потреблением кисломолочного продукта (йогурта) и ожирением взрослого населения России [13]. Ученые с ретроспективой в 18 лет изучили фактическое потребление пищевых продуктов в соотношении с антропометрическими данными. Показано, что для женщин присутствует обратная связь между потреблением кисломолочного продукта и индексом массы тела. Для мужчин подобной корреляции не установлено [13].

Рядом ученых исследовано влияние потребления основных видов молочной продукции (кефира, творога, питьевого молока и сыров) на формирование индекса массы тела [14]. Установлено, что, во-первых, распространение ожирения растет с увеличением возраста. С возрастом растет и потребление молока, кефира и творожных изделий, а йогуртов и сыров – снижается. Во-вторых, потребление молока и кефира более предпочтительно у людей с избыточной массой тела и ожирением. При использовании модели логистической регрессии с расчетом отношения шансов риска развития ожирения при потреблении молочных продуктов показано ранжирование продуктов по степени увеличения риска ожирения: йогурты (оба пола) – творожные изделия (оба пола) – молоко питьевое (женщины) – кефир (мужчины) – твердые сыры (мужчины) [14].

Для оценки функциональности пищевых продуктов перспективным является подход на основе концепции нуригеномики, аккумулирующей аспекты диетологии и генетики. Объектом изучения нуригеномики является взаимосвязь пищевого рациона с его генофондом, влияние пищи на экспрессию генов и, как следствие, на физиологический статус человека.

В ФГБУ «НИИ питания» РАМН (Москва) предлагается использовать подходы нуригеномики для решения вопроса персонализированной и популяционной оценки влияния пробиотических продуктов питания на здоровье человека. При этом ученые реко-

мендуют акцентировать внимание на нутригеномный ответ микробного сообщества кишечника человека и отдельных его популяций – лактобактерий [15].

Фенольные соединения обладают мощными антиоксидантными и противовоспалительными свойствами. Производные гидроксидинаминовой кислоты являются важным классом полифенольных соединений, происходящих из путей биосинтеза Маволанат-Шикимат в растениях. К этому классу относятся несколько простых фенольных соединений, таких как коричная кислота, п-кумаровая кислота, феруловая кислота, кофейная кислота, хлорогеновая кислота и розмариновая кислота. Эти соединения демонстрируют потенциальную терапевтическую пользу при экспериментальном диабете и гиперлипидемии. Последние данные также свидетельствуют о том, что они могут служить ценной молекулой для лечения осложнений, связанных с ожирением. В жировых тканях производные гидроксидинаминовой кислоты ингибируют инфильтрацию макрофагов и активацию ядерного фактора κB (NF- κB) у тучных животных. Производные гидроксидинаминовой кислоты также снижают экспрессию мощного провоспалительного фактора некроза опухолей адипокинов- α (TNF α), белка-1 хемоаттрактанта моноцитов (MCP-1) и ингибитора активатора плазминогена типа-1 (PAI-1) и повышают секрецию противовоспалительного агента адипонектина из адипоцитов. Кроме того, производные гидроксидинаминовой кислоты также предотвращают дифференцировку адипоцитов и снижают липидный профиль у экспериментальных животных. Благодаря этим разнообразным механизмам производные гидроксидинаминовой кислоты снижают ожирение и сокращают связанные с этим неблагоприятные осложнения для здоровья [16].

Ожирение является одной из самых серьезных проблем общественного здравоохранения и основным фактором риска серьезных метаболических заболеваний, а также значительно увеличивает риск преждевременной смерти.

Так, Jung *et al.* провели исследования ингибирующего действия *Rubus crataegifolius Bunge* (RCB) на дифференцировку адипоцитов в клетках T3-L1 и его свойства против ожирения у крыс с ожирением, вызванных диетой с высоким содержанием жира (HFD) [17]. Полученные результаты продемонстрировали, что лечение RCB значительно ингибировало дифференцировку адипоцитов путем подавления экспрессии C/EBP β , C/EBP α и PPAR γ в 3 адипоцитах T3-L1. Далее экспрессия целевых генов PPAR γ aP2 и синтазы жирных кислот (FAS) снижалась после обработки RCB во время дифференцировки адипоцитов. Раскрывая специфический механизм, который опосредует эффекты RCB, ученые продемонстрировали, что стимулированное инсулином фосфорилирование сильно уменьшилось и что его нижестоящий субстратный фосфо-GSK3 β был подавлен после обработки RCB в адипоцитах T3-L1. Более того, LY294002, ингибитор фосфорилирования, оказывал более сильное ингибирующее влияние на RCB-опосредованное подавление дифференцировки

адипоцитов, приводя к ингибированию дифференцировки адипоцитов посредством подавления передачи сигналов. Модель HFD-индуцированного ожирения у крыс использовали для определения ингибирующего воздействия RCB на ожирение. Результаты показали, что прибавление массы тела и накопление жира в жировой ткани были значительно снижены при добавлении RCB. Кроме того, лечение RCB вызвало значительное уменьшение размера адипоцитов, связанное с уменьшением массы жира в эпидидимальной области. Уровни общего холестерина (TC) и триглицеридов (TG) в сыворотке снижались в ответ на лечение RCB, тогда как уровень холестерина ЛПВП (HDL-C) повышался. Это указывает на то, что RCB ослабляло накопление липидов в жировой ткани у крыс с ожирением, вызванных HFD. Полученные результаты продемонстрировали ингибирующее влияние RCB на адипогенез за счет снижения адипогенных факторов PPAR γ , C/EBP α и фосфо-Akt. *Rubus crataegifolius Bunge* оказывал сильное действие против ожирения, уменьшая увеличение массы тела у крыс с ожирением, вызванных потреблением продуктов с высоким содержанием жира [17].

Тилакоиды зеленых растений повышают сытость, воздействуя на гормоны аппетита, такие как грелин, холецистокинин (CCK) и глюкагоноподобный пептид-1 (GLP-1). Stenblom *et al.* провели двухэтапное исследование влияния тилакоидов на состояние желудочно-кишечного тракта и состав микроорганизмов кишечника с использованием животной модели и людей-добровольцев [18]. Первоначально для анализа влияния на прохождение GI 16 крысам давали контрольный корм или диету с высоким содержанием жиров (HFD) с добавлением тилакоидов за 30 минут до приема синего Эванса. Еще 16 крысам давали контрольную HFD или тилакоидную HFD в течение двух недель перед внутрижелудочным заражением синим Эвансом. Установлено, что количество синего Эванса в желудке и расстояние миграции в кишечнике через 30 мин было снижено с помощью тилакоидных добавок в остром исследовании. На втором этапе изучили влияние добавления тилакоидов на микробиоту кишечника и количество фекального жира у здоровых добровольцев ($n = 34$), получающих лечение тилакоидом или плацебо в течение трех месяцев. Микробиоту анализировали с использованием секвенирования гена 16S рРНК и КПЦР, а фекальный жир экстрагировали дихлорметаном. Общее количество бактерий, в частности группа *Bacteriodes fragilis*, увеличилось при лечении тилакоидами, по сравнению с плацебо, в то время как тилакоиды не вызывали стеаторею. Таким образом, ученые доказали, что пищевые добавки с тилакоидами влияют на чувство сытости как через гормоны аппетита, так и на полноту желудочно-кишечного тракта, а также на микробный состав, не вызывая побочных эффектов со стороны желудочно-кишечного тракта, таких как стеаторея. Полученные результаты свидетельствуют о том, что тилакоиды являются новым средством природного происхождения для профилактики и лечения ожирения [18].

Stenkula *et al.* получили схожие результаты применения добавок растительного происхождения в лечении и профилактики метаболического синдрома на примере животной модели [19]. Так, результаты ученых свидетельствуют о том, что тилакоидные добавки, полученные из шпината, уменьшают жировые отложения и размер жировых клеток, связываясь с пищевым жиром и увеличивая его экскрецию с фекалиями, тем самым уменьшая жиры в рационе, доступные для поглощения. Цель проведенных исследований состояла в том, чтобы выяснить, является ли усиленное выведение фекального жира важным механизмом для нормализации метаболизма жировой ткани во время кормления с высоким содержанием жира у мышей с добавлением тилакоидов. Мышей рандомизировали для получения HFD или thylHFD в течение 14 дней ($n = 14$ для контрольной группы и 16 для тилакоидной группы). Влияние тилакоидов на распределение жира в организме, содержание фекалий и жира в печени, а также метаболизм жировой ткани были исследованы после кормления с высоким содержанием жира. Полученные результаты продемонстрировали, что тилакоидные добавки в течение 14 дней вызвали повышенное содержание жира в кале без компенсаторного приема пищи по сравнению с контролем. В результате у животных, получавших тилакоид, уменьшилось количество жировой массы и уменьшилось накопление жира в печени, чем в контроле. Распределение размеров адипоцитов, выделенных из висцеральной жировой ткани, было сужено, а размер клеток уменьшился. Адипоциты, выделенные от мышей и обработанные тилакоидами, демонстрировали значительно повышенный липогенез. Экспрессия белка в активируемой пролифератором пероксисомы гамма-рецепторе (PPAR γ), нисходящем мишени FAS, а также коактиваторах транскрипционного фактора PGC1- α и LPIN-1 была повышена в жировой ткани от мышей, которых кормили тилакоидами [19].

В современной медицине существует немного медицинских вариантов лечения ожирения среди населения мира. Это указывает на необходимость изучения методов лечения ожирения, включая фармацевтические и нутрицевтические соединения. Дефекты в коричневой жировой ткани – главном органе, рассеивающем энергию, были выявлены у тучных людей. Они, предположительно, способствуют общему метаболическому дефициту, наблюдаемому при ожирении. Неудивительно, что значительное внимание было уделено открытию способов активации коричневой жировой ткани. Разнообразие продуктов растительного происхождения показало, что природные соединения позволяют регулировать активность бурой жировой ткани и повышают липолитический и катаболический потенциал белой жировой ткани. Посредством активации симпатической нервной системы, передачи сигналов гормонов щитовидной железы и транскрипционной регуляции метаболизма природные соединения, такие как капсаицин и ресвератрол, могут обеспечить относительно безопасный и эффективный вариант для повышения

расхода энергии [20]. Благодаря использованию потенциала рассеивания энергии таких нутрицевтических соединений существует возможность предоставить терапевтическое решение для коррекции энергетического дисбаланса, который подчеркивает ожирение.

Стимулируемый инсулином мышечный кровоток облегчает удаление глюкозы из плазмы после еды. Этот механизм нарушается у тучных людей, резистентных к инсулину. Продукты, которые богаты нитратами или флавоноидами, благодаря их предполагаемому воздействию на оксид азота, могут улучшить постпрандиальный кровоток и, следовательно, удаление глюкозы. Fuchs *et al.* изучили, снижает ли однократная доза свекольного сока, богатого нитратами, или черного чая, богатого флавоноидами, сосудистое сопротивление мышц постпрандиальной формы у добровольцев с ожирением и приводит ли к изменениям концентрации глюкозы или инсулина в крови после приема пищи [21]. В рандомизированном контролируемом перекрестном исследовании 16 тучных мужчин, устойчивых к инсулину, потребляли 75 г глюкозы, которую смешивали с 100 мл черного чая, свекольного сока или воды (контроль). Сопротивление периферических сосудов, рассчитанное как среднее артериальное давление деленное на кровоток, оценивали в артериях рук и ног, артериях сопротивления и мышечной микроциркуляции через 3 ч (каждые 30 мин) после пероральной нагрузки глюкозой. Результаты исследований показали, что во время контроля не обнаружено постпрандиальной реакции на кровоток в канале, сопротивлении и микрососудах. Черный чай снижал кровоток по сравнению с контролем в каналах, резистентности и микрососудах. Свекольный сок уменьшал постпрандиальный кровоток в сосудах сопротивления, но не в артериях и микрососудах. Хотя постпрандиальный глюкозный ответ был одинаковым после всех вмешательств, постпрандиальный инсулиновый ответ был ослаблен на 29 % только после чая. Таким образом, исследованиями ученых показано, что однократная доза черного чая снижает периферический кровоток в верхних и нижних конечностях после нагрузки глюкозой, которая сопровождалась более низкой реакцией на инсулин. Имеется необходимость проведения исследований длительного регулярного употребления чая на гомеостаз глюкозы [21].

Диетические биоактивные соединения растительного происхождения, способные улучшать метаболические профили, будут иметь большое значение, особенно для людей с избыточным весом, проходящих режим ограничения калорий. Рядом ученых на мышинной модели показано, что куркумин и пиперин, вероятный усилитель биодоступности и эффективности куркумина, могут быть перспективными биодобавками для контроля жира в организме, обмена веществ и воспаления слабой степени [22]. Результаты исследований продемонстрировали, что, по сравнению с контрольными группами, у мышей с ожирением, которые получали куркумин и смесь куркумина и пиперина в своем рационе, потеряно больше

жира и было снижено IL-1 β и KC/GRO. Тандемный масс-спектрометрический анализ плазмы у мышей с ожирением при куркуминовой терапии показал отсутствие различий в уровнях метаболита куркумина между группами, получавшими только куркумин или в сочетании с пиперином. Однако уровни IL-1 в плазме были обратно коррелированы с глюкуроном куркумина. Незначительной модуляции длины теломер не наблюдалось. Таким образом, учеными доказано, что добавление в рацион мышей с высоким содержанием жиров смесь куркумина и пиперина может увеличить потерю жира и подавить воспаление, вызванное высоким содержанием жиров [22].

Черный перец или *Piper nigrum* – это хорошо известная специя, богатая разнообразными биологически активными веществами и широко используемая во многих кухнях по всему миру. В индийских традиционных системах медицины он используется для лечения желудочно-кишечных и респираторных заболеваний.

Так, Meriga *et al.* провели исследования антигиперлипидемического эффекта пипероналя на крысиной модели с ожирением, вызванного диетой с высоким содержанием жиров [23]. Самцы крыс находились на диете с высоким содержанием жиров в течение 22 недель. Пиперональ был добавлен с 16 недели. Контролировали широкий спектр показателей: изменения массы тела и состава тела, минеральный состав и плотность кости, распределение жировой ткани, уровни глюкозы, инсулина, резистентности к инсулину и липидных профилей в плазме, печени и почках, гормоны адипоцитов и антиоксиданты в плазме. Акцентировали внимание также на уровне экспрессии адипогенных и липогенных генов, таких как PPAR- γ , FAS, Fab-4, UCP-2, SREBP-1c, ACC, HMG-CoA и TNF- α . Проводили также гистопатологическое исследование тканей жировой ткани и печени. Результаты исследований продемонстрировали, что диета с высоким содержанием жиров существенно индуцировала массу тела, процент жира, размер адипоцитов, кровеносные и тканевые липидные профили. Повышались уровни инсулина, резистентности к инсулину и лептина в плазме. Повышенная экспрессия генов PPAR- γ , FAS, Fab-4, UCP-2, SREBP-1c, ACC и TNF- α была отмечена у крыс, получавших питание с высоким содержанием жиров. Однако добавление пипероналя (20, 30 и 40 мг/кг массы тела) в течение 42 дней значительно и в зависимости от дозы ослабляло изменения, вызванные жирной диетой. Максимальная терапевтическая активность была отмечена при 40 мг/кг массы тела. Ученые утверждают, что пиперональ значительно ослабляет вызванную жирной диетой массу тела и биохимические изменения посредством модуляции ключевых липидных метаболизирующих и обесогенных генов и демонстрирует свою эффективность как сильнодействующего средства против ожирения [23].

Неалкогольная жировая болезнь печени (НАЖБП) является печеночным компонентом метаболического синдрома. Daneshi-Maskooni *et al.* провели исследования влияния зеленого кардамона на сывороточный сиртуин-1 (Sirt1), воспалительные факторы и фер-

менты печени у пациентов с избыточной массой тела или ожирением с НАЖБП [24]. В рандомизированном исследовании приняли участие 87 пациентов, которые были случайным образом разделены на две группы в соответствии с УЗИ и критериями соответствия: кардамон (n = 43) или плацебо (n = 44). Вмешательство заключалось в приеме двух капсул по 500 мг три раза в день во время еды в течение 3 месяцев. Были определены общие характеристики, рацион питания и состояние физической активности, вес и рост. Кроме того, акцентировали внимание на измерении сывороточного Sirt1, фактора некроза опухолей-альфа (TNF- α), высокочувствительного с-реактивного белка (hs-CRP), интерлейкина-6 (IL-6), аланина трансаминазы (ALT) и аспартата трансаминазы (AST). Степень жирности печени определялась в начале и в конце исследования. Результаты исследований показали, что, по сравнению с плацебо, добавка кардамона значительно увеличила Sirt1 и уменьшила hs-CRP, TNF- α , IL-6, ALT и степень ожирения печени. Различия в весе, AST были незначительными. Таким образом, добавление кардамона в виде пищевой добавки может улучшить некоторые биомаркеры, связанные с ожирением печени, включая воспаление, АЛТ и Sirt1 у пациентов с избыточной массой тела/ожирением [24].

В медицинской науке имеются предположения, что изменения в микроРНК метаболизма, небольших некодирующих РНК, которые регулируют экспрессию генов, могут предшествовать поздним гликемическим изменениям. Витамин Е может выполнять важные функции в процессах метилирования и экспрессии генов. Luna *et al.* изучали влияние α -токоферола на гликемические переменные и метилирование ДНК промотора miR-9-1 и miR-9-3 у женщин с избыточным весом [25]. В течение 8 недель было проведено рандомизированное, двойное слепое, исследовательское и плацебо-контролируемое исследование у взрослых женщин с избыточным весом и ожирением (n = 44), которые принимали синтетический витамин Е (полностью-*rac*- α -токоферол), натуральный источник витамина Е (RRR-*rac*- α -токоферол) или плацебо-капсулы. Дополненные группы также получили руководство для диеты с ограничением калорийности. В исследовании была включена дополнительная группа, которая не получала добавок и не придерживалась диеты с ограничением энергии. Эффект вмешательства оценивали по уровням метилирования ДНК (количественный анализ ПЦР в реальном времени) и по антропометрическим и биохимическим показателям (уровень глюкозы в плазме натощак, гемоглобин А1С, инсулин и витамин Е). Результаты показали, что повышенные уровни метилирования промоторной области miR-9-3 и пониженный гемоглобин А1С наблюдались в группе после вмешательства витамина Е природного источника. Повышенное содержание глюкозы в плазме натощак наблюдалось в группе синтетического витамина Е, несмотря на значительное снижение антропометрических показателей по сравнению с другими группами. Таким образом, α -токоферол из природных источников увеличивает уровни метили-

рования промоторной области miR-9-3 и снижает гемоглобин A1C у женщин с избыточным весом после диеты с ограничением калорийности. Эти результаты дают новую информацию о влиянии витамина E на метилирование ДНК [25].

Внимание диетологов всего мира в настоящее время обращено к проблеме содержания в пищевых продуктах трансизомеров жирных кислот. На базе кафедры нутрициологии Казахского национального медицинского университета им. С. Д. Асфендиярова проведены исследования состава и количественного содержания трансизомеров жирных кислот в масложировых продуктах и разработаны рекомендации по снижению риска их потребления [26]. Показано, что при исследовании проб масложировых и кондитерских изделий (вафель) местного и импортного производства обнаружено превышение уровня трансизомеров в соответствии с требованиями ТР ТС 024/2011 в отношении заменителей молочного жира, мягких и жидких маргаринов. По мнению ученых такая ситуация связана с использованием так называемых специальных жиров в технологиях исследуемых продуктов питания. Необходимо осуществлять строгий контроль безопасности продуктов питания и активно внедрять политику здорового питания среди населения [26].

При этом ученые ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» совместно с НО «Союз производителей пищевой продукции Таможенного союза» приводят аналитические данные о том, что биологическое воздействие различных трансизомеров жирных кислот зависит от их вида [27]. Утверждается, что имеется научное обоснование исключения некоторых трансжиров из ряда опасных для человека. К ним относятся руменовая и вакценовая кислоты, которые доказательно относят к функциональным факторам питания. Эти кислоты содержат конъюгированные связи и могут быть применены в лекарственной терапии [27].

Ученые ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова» представили доказательный анализ научных публикаций на предмет возможного влияния пальмового масла и его компонентов на здоровье человека [28]. В аспекте рассматривали риск развития сердечнососудистых заболеваний и нарушение липидного обмена. Показано, что пальмовое масло можно рассматривать как заменитель частично гидрогенизированных растительных масел, содержащих вредные трансизомеры жирных кислот. Кроме того, пальмовое масло содержит ряд веществ антиоксидантной направленности. Проведено исследование диет с включением пальмового масла и трансизомеризованных жирных кислот в качестве ингредиентов пищевых продуктов. Установлено улучшение липидного профиля испытуемых, потребляющих продукты с пальмовым маслом. При изучении патогенеза атеросклероза показано, что потребление пальмового масла, в сравнении с другими растительными маслами (соевым, оливковым и подсолнечным), не приводит к увеличению содержания общего холестерина, липопротеинов низкой и высокой плотности в крови человека. Таким образом,

авторы исследований утверждают о безопасности применения пальмового масла в пищевых продуктах при одновременном учете в них насыщенных жирных кислот [28].

При разработке функциональных продуктов питания необходимо учитывать факт пищевой непереносимости некоторых нутриентов пищи. Пищевая непереносимость – это актуальная проблема современного здравоохранения во всем мире. Особое внимание заслуживает гиполактазия (лактазная недостаточность, непереносимость лактозы). Отсутствие достоверных критериев ранней диагностики этого заболевания приводит к формированию хронических патологий пищеварительной системы и возникновению пищевой аллергии [29–32].

Кроме того, не нужно упускать из вида и экономическую обстановку. Современная экономика продовольствия диктует особые условия выхода на рынок продукта питания и признания его потребителем. Особой категорией является соотношение «цена-качество». Ключевая мотивация потребителя сегодня это не только гастрономические предпочтения, но и высокое качество продукта [33]. При этом должны соблюдаться и следующие условия: привлекательность внешнего вида, натуральный ингредиентный состав без включения синтетических добавок. Понятие «натуральный» не должно ассоциироваться с понятием «дорогой». Производство таких продуктов связано с рядом трудностей, формируемых из-за нестабильного состава исходного сырья и сложностями регулирования его качества.

Выводы

Приоритетом развития медицинской платформы «профилактическая среда» является оценка влияния индивидуальных биологических активных нутриентов пищевых продуктов на формирование склонности организма к возникновению ряда заболеваний.

Обзор основных направлений исследований ученых в диетологии показал, что несбалансированность питания приводит к метаболическому синдрому – увеличению массы тела, сердечнососудистым заболеваниям. Ученые связывают метаболические нарушения как с наследственной предрасположенностью (наличием полиморфизма определенных генов), так и с влиянием производственной среды, рациона питания. Проводятся многочисленные исследования по поиску альтернативных медицинским препаратам природного растительного происхождения с целью их применения в лечении метаболического синдрома.

Опираясь на вышеуказанные факты, вектор развития данных исследований обращен на проектирование состава нового продукта для профилактического питания – безалкогольного напитка на основе зернового сырья. Базой такого напитка будет служить растительное молоко из овса. Это обусловлено тем, что в последнее время активно проводятся исследования функциональных и технологических свойств овса и продуктов его переработки [34–36]. Применяя в технологическом процессе специальные приемы обработки (например, биокатализа), появляется воз-

возможность модифицирования углеводного состава напитка. Отсутствие сахара в проектируемом продукте, вносимого извне, также является профилактическим направлением в отношении ожирения. Введение в рецептуру напитка плодово-ягодных и овощных наполнителей будет содействовать формированию высокой физиологической ценности данного продукта. Это определяется наличием определенного содержания пищевых волокон, употребление которых способствует профилактике желудочно-кишечных

заболеваний, а также соединений антиоксидантной направленности – витаминов и фенольных веществ для профилактики окислительного стресса организма. Кроме того, состав проектируемого напитка предопределяет круг потребителей, которые не могут усваивать лактозу.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Алешков, А. В. Техническое регулирование инновационной пищевой продукции / А. В. Алешков, Т. К. Колесник // *Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление*. – 2017. – Т. 81, № 1. – С. 102–112. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.386967>.
2. Генетические предикторы ожирения / С. В. Бородина, К. М. Гапарова, З. М. Зайнудинов [и др.] // *Ожирение и метаболизм*. – 2016. – Т. 13, № 2. – С. 7–13. DOI: <https://doi.org/10.14341/omet201627-13>.
3. Ткачук, В. А. Молекулярные механизмы развития резистентности к инсулину / В. А. Ткачук, А. В. Воротников // *Сахарный диабет*. – 2014. – № 2. – С. 29–40. DOI: <https://doi.org/10.14341/DM2014229-40>.
4. Характеристика питания и пищевого статуса рабочих различных промышленных предприятий Свердловской области / Т. В. Мажаева, С. Э. Дубенко, А. В. Погожева [и др.] // *Вопросы питания*. – 2018. – Т. 87, № 1. – С. 72–78. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-201810008>.
5. Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gosminzdrav.ru/>. – Дата обращения: 01.04.2019.
6. Барановский, А. Ю. Диетология на современном этапе развития медицины / А. Ю. Барановский, Л. И. Назаренко // *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. – 2011. – № 6. – С. 92–100.
7. Пузин, С. Н. Оптимизация питания пожилых людей как средство профилактики преждевременного старения / С. Н. Пузин, А. В. Погожева, В. Н. Потапов // *Вопросы питания*. – 2018. – Т. 87, № 4. – С. 69–77. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10044>.
8. Оценка эффективности диетотерапии больных ожирением на основе изучения полиморфизма RS9939609 гена FTO / И. А. Лапик, К. М. Гапарова, Е. Ю. Сорокина [и др.] // *Ожирение и метаболизм*. – 2017. – Т. 14, № 4. – С. 46–50. DOI: <https://doi.org/10.14341/omet2017446-50>.
9. Оценка эффективности специализированного пищевого продукта с модифицированным углеводным профилем у больных сахарным диабетом 2 типа / А. М. Назарова, Х. Х. Шарафетдинов, О. А. Плотникова [и др.] // *Вопросы питания*. – 2018. – Т. 87, № S5. – С. 263–264. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10374>.
10. Найденова, М. А. Обоснование пресонификации диетотерапии у пациентов с ожирением III степени в зависимости от функционального класса хронической сердечной недостаточности / М. А. Найденова, Т. С. Залетова // *Вопросы питания*. – 2018. – Т. 87, № S5. – С. 264–265. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10375>.
11. Модификация углеводного состава кондитерских изделий для больных сахарным диабетом 2 типа / В. М. Воробьева, И. С. Воробьева, А. А. Кочеткова [и др.] // *Вопросы питания*. – 2014. – Т. 83, № 6. – С. 66–73.
12. Специализированные пищевые продукты с модифицированным углеводным профилем в коррекции метаболических нарушений при сахарном диабете 2 типа / Х. Х. Шарафетдинов, О. О. Плотникова, А. М. Назарова [и др.] // *Вопросы питания*. – 2017. – Т. 86, № 6. – С. 56–66.
13. Потребление йогурта и снижение риска избыточной массы тела и ожирения среди взрослого населения / А. Н. Мартинчик, А. К. Батуринов, Е. В. Пескова [и др.] // *Вопросы питания*. – 2016. – Т. 85, № 1. – С. 56–65.
14. Молочные продукты и ожирение: pro и contra, российский опыт / А. Н. Мартинчик, Э. Э. Кешабянц, Е. В. Пескова [и др.] // *Вопросы питания*. – 2018. – Т. 87, № 4. – С. 39–47. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10040>.
15. Маркова, Ю. М. Пробиотики как функциональные пищевые продукты: производство и подходы к оценке эффективности / Ю. М. Маркова, С. А. Шевелева // *Вопросы питания*. – 2014. – Т. 83, № 4. – С. 5–14.
16. Hydroxycinnamic acid derivatives: A potential class of natural compounds for the management of lipid metabolism and obesity / M. A. Alam, N. Subhan, H. Hossain [et al.] // *Nutrition and Metabolism*. – 2016. – Vol. 13, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0080-3>.
17. *Rubus crataegifolius* Bunge regulates adipogenesis through Akt and inhibits high-fat diet-induced obesity in rats / M.-S. Jung, S.-J. Lee, Y. Song [et al.] // *Nutrition and Metabolism*. – 2016. – Vol. 13, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0091-0>.
18. Dietary green-plant thylakoids decrease gastric emptying and gut transit, promote changes in the gut microbial flora, but does not cause steatorrhea / E.-L. Stenblom, B. Weström, C. Linnings [et al.] // *Nutrition and Metabolism*. – 2016. – Vol. 13, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0128-4>.
19. Thylakoids reduce body fat and fat cell size by binding to dietary fat making it less available for absorption in high-fat fed mice / K. G. Stenkula, E.-L. Stenblom, C. Montelius [et al.] // *Nutrition and Metabolism*. – 2017. – Vol. 14, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0160-4>.

20. Phytochemicals as novel agents for the induction of browning in white adipose tissue / Y. Azhar, A. Parmar, C. N. Miller [et al.] // Nutrition and Metabolism. – 2016. – Vol. 13, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0150-6>.
21. Impact of flavonoid-rich black tea and beetroot juice on postprandial peripheral vascular resistance and glucose homeostasis in obese, insulin-resistant men: a randomized controlled trial / D. Fuchs, J. Nyakayiru, R. Draijer [et al.] // Nutrition and Metabolism. – 2016. – Vol. 13, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0094-x>.
22. Curcumin and piperine supplementation of obese mice under caloric restriction modulates body fat and interleukin-1 β / T. Miyazawa, K. Nakagawa, S. H. Kim [et al.] // Nutrition and Metabolism. – 2018. – Vol. 15, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-018-0250-6>.
23. Antiobesity potential of Piperonal: Promising modulation of body composition, lipid profiles and obesogenic marker expression in HFD-induced obese rats / B. Meriga, B. Parim, V. R. Chunduri [et al.] // Nutrition and Metabolism. – 2017. – Vol. 14, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-017-0228-9>.
24. Green cardamom increases Sirtuin-1 and reduces inflammation in overweight or obese patients with non-alcoholic fatty liver disease: A double-blind randomized placebo-controlled clinical trial / M. Daneshi-Maskooni, S. A. Keshavarz, M. Qorbani [et al.] // Nutrition and Metabolism. – 2018. – Vol. 15, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-018-0297-4>.
25. α -Tocopherol influences glycaemic control and *miR-9-3* DNA methylation in overweight and obese women under an energy-restricted diet: A randomized, double-blind, exploratory, controlled clinical trial / R. C. P. Luna, M. K. Dos Santos Nunes, M. G. C. A. Monteiro [et al.] // Nutrition and Metabolism. – 2018. – Vol. 15, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-018-0286-7>.
26. Суkenова, Д. А. Разработка рекомендаций по снижению трансизомеров жирных кислот в продуктах питания / Д. А. Суkenова, П. Б. Ергешбаева, С. А. Быкыбаева // Вестник Казахского национального медицинского университета. – 2016. – № 4. – С. 239–243.
27. Бессонов, В. В. Трансизомеры жирных кислот: риски для здоровья и пути снижения потребления / В. В. Бессонов, Л. В. Зайцева // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № 3. – С. 6–17.
28. Медведев, О. С. Современные представления о возможном влиянии пальмового масла на здоровье человека / О. С. Медведев, Н. А. Медведева // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № 1. – С. 5–18.
29. Приходченко, Н. Г. Клинико-патогенетические механизмы формирования пищевой интолерантности у детей / Н. Г. Приходченко // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2011. – № 9. – С. 149–153.
30. Непереносимость лактозы у детей и взрослых / С. В. Бельмер, Ю. Г. Мухина, А. И. Чубарова [и др.] // Лечащий врач. – 2005. – № 1. – С. 34–38.
31. Differential Impact of Lactose/Lactase Phenotype on Colonic Microflora / A. Szilagy, I. Shrier, D. Heilpern [et al.] // Canadian Journal of Gastroenterology. – 2010. – Vol. 24, № 6. – P. 373–379. DOI: <https://doi.org/10.1155/2010/649312>.
32. Lactose intolerance and health / T. J. Wilt, A. Shaikat, T. Shamliyan [et al.] // Evidence report/technology assessment. – 2010. – № 192. – P. 1–410.
33. Медовников, Д. С. Технологические коридоры в производстве потребительской продукции / Д. С. Медовников, С. Д. Розмирович // Форсайт. – 2011. – Т. 5, № 1. – С. 26–39.
34. Овёс и продукты его переработки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vniiz.org/science/>. – Дата обращения: 01.04.2019.
35. Применение волокон овса в функциональных напитках / Л. Г. Ипатова, А. А. Кочеткова, И. А. Филатова [и др.] // Материалы IX Всероссийского конгресса диетологов и нутрициологов «Питание и здоровье» / Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова. – М., 2007. – С. 41–42.
36. Румянцева, В. В. Зерновые продукты в качестве структурообразователя при производстве фруктово-желейных начинок / В. В. Румянцева, Н. М. Ковач // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2017. – № 1. – С. 20–25. DOI: <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2017-10-20-25>.

References

1. Aleshkov AV, Kalenik TK. Technical regulation of innovative foods. The bulletin of the Far Eastern Federal University. Economics and Management. 2017;81(1):102–112. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.386967>.
2. Borodina SV, Gapparova KM, Zainudiniv ZM, Grigorian ON. Genetic predictors of obesity development. Obesity and metabolism. 2016;13(2):7–13. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14341/omet201627-13>.
3. Tkachuk VA, Vorotnikov AV. Molecular mechanisms of insulin resistance. Diabetes mellitus. 2014;(2):29–40. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14341/DM2014229-40>.
4. Mazhaeva TV, Dubenko SE, Pogozheva AV, Khotimchenko SA. Characteristics of the diet and nutritional status of workers at various industrial enterprises of the Sverdlovsk Region. Problems of Nutrition. 2018;87(1):72–78. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-201810008>.
5. Strategiya razvitiya meditsinskoj nauki v Rossijskoj Federatsii na period do 2025 goda [Development strategy of medical science in the Russian Federation for the period until 2025] [Internet]. [cited 2019 Apr 01]. Available from: <https://www.rosminzdrav.ru/>.
6. Baranovsy AYU, Nazarenko LI. Modern dietetics on the new step development of medicine (clinical essay). Experimental and Clinical Gastroenterology. 2011;(6):92–101. (In Russ.).
7. Puzin SN, Pogozheva AV, Potapov VN. Optimizing nutrition of older people as a mean of preventing premature aging. Problems of Nutrition. 2018;87(4):69–77. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10044>.

8. Lapik IA, Gapparova KM, Sorokina EYu, Grigorian ON. The evaluation of the effectiveness of diet therapy for obese patients basing on studying of the polymorphism rs9939609 of the FTO gene. *Obesity and metabolism*. 2017;14(4):46–50. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14341/omet2017446-50>.
9. Nazarova AM, Sharafetdinov KhKh, Plotnikova OA, Pilipenko VV, Alekseeva RI, Kondrat'eva OV, et al. Otsenka ehffektivnosti spetsializirovannogo pishchevogo produkta s modifitsirovannym uglevodnym profilem u bol'nykh sakharnym diabetom 2 tipa [Effectiveness assessment of a functional food product with a modified carbohydrate profile in patients with type 2 diabetes]. *Problems of Nutrition*. 2018;87(S5):263–264. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10374>.
10. Naydenova MA, Zaletova TS. Obosnovanie presonifikatsii dietoterapii u patsientov s ozhireniem III stepeni v zavisimosti ot funktsional'nogo klassa khronicheskoy serdechnoy nedostatochnosti [Justification of presonification of diet therapy in patients with a III degree obesity depending on the functional class of chronic heart failure]. *Problems of Nutrition*. 2018;87(S5):264–265. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10375>.
11. Vorobyeva VM, Vorobyeva IS, Kochetkova AA, Sharafetdinov KhKh, Zorina EE. Modification of carbohydrate composition of confectionery for diabetics type 2. *Problems of Nutrition*. 2014;83(6):66–73. (In Russ.).
12. Sharafetdinov KhKh, Plotnikova OA, Nazarova AM, Kondratieva OV. Specialized foods with a modified carbohydrate profile in the correction of metabolic disorders in type 2 diabetes. *Problems of Nutrition*. 2017;86(6):56–66. (In Russ.).
13. Martinchik AN, Baturin AK, Peskova EV, Keshabyants EE, Mikhaylov NA. Yogurt consumption and reduced risk of overweight and obesity in adults. *Problems of Nutrition*. 2016;85(1):56–65. (In Russ.).
14. Martinchik AN, Keshabyants EE, Peskova EV, Mikhaylov NA, Baturin AK. Dairy products and obesity: pro and contra, Russian experience. *Problems of Nutrition*. 2018;87(4):39–47. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10040>.
15. Markova YuM, Sheveleva SA. Probiotics as functional foods: production and approaches to evaluating of the effectiveness. *Problems of Nutrition*. 2014;83(4):5–14. (In Russ.).
16. Alam MA, Subhan N, Hossain H, Hossain M, Reza HM, Rahman MM, et al. Hydroxycinnamic acid derivatives: A potential class of natural compounds for the management of lipid metabolism and obesity. *Nutrition and Metabolism*. 2016;13(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0080-3>.
17. Jung M-S, Lee S-J, Song Y, Jang S-H, Min W, Won C-K, et al. *Rubus crataegifolius* Bunge regulates adipogenesis through Akt and inhibits high-fat diet-induced obesity in rats. *Nutrition and Metabolism*. 2016;13(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0091-0>.
18. Stenblom E-L, Weström B, Linninge C, Bonn P, Farrell M, Rehfeld JF, et al. Dietary green-plant thylakoids decrease gastric emptying and gut transit, promote changes in the gut microbial flora, but does not cause steatorrhea. *Nutrition and Metabolism*. 2016;13(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0128-4>.
19. Stenkula KG, Stenblom E-L, Montelius C, Egecioglu E, Erlanson-Albertsson C. Thylakoids reduce body fat and fat cell size by binding to dietary fat making it less available for absorption in high-fat fed mice. *Nutrition and Metabolism*. 2017;14(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0160-4>.
20. Azhar Y, Parmar A, Miller CN, Samuels JS, Rayalam S. Phytochemicals as novel agents for the induction of browning in white adipose tissue. *Nutrition and Metabolism*. 2016;13(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0150-6>.
21. Fuchs D, Nyakayiru J, Draijer R, Mulder TPJ, Hopman MTE, Eijsvogels TMH, et al. Impact of flavonoid-rich black tea and beetroot juice on postprandial peripheral vascular resistance and glucose homeostasis in obese, insulin-resistant men: a randomized controlled trial. *Nutrition and Metabolism*. 2016;13(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0094-x>.
22. Miyazawa T, Nakagawa K, Kim SH, Thomas MJ, Paul L, Zingg J-M, et al. Curcumin and piperine supplementation of obese mice under caloric restriction modulates body fat and interleukin-1 β . *Nutrition and Metabolism*. 2018;15(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-018-0250-6>.
23. Meriga B, Parim B, Chunduri VR, Naik RR, Nemani H, Suresh P, et al. Antiobesity potential of Piperonal: Promising modulation of body composition, lipid profiles and obesogenic marker expression in HFD-induced obese rats. *Nutrition and Metabolism*. 2017;14(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-017-0228-9>.
24. Daneshi-Maskooni M, Keshavarz SA, Qorbani M, Mansouri S, Alavian SM, Badri-Fariman M, et al. Green cardamom increases Sirtuin-1 and reduces inflammation in overweight or obese patients with non-alcoholic fatty liver disease: A double-blind randomized placebo-controlled clinical trial. *Nutrition and Metabolism*. 2018;15(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-018-0297-4>.
25. Luna RCP, Dos Santos Nunes MK, Monteiro MGCA, Da Silva CSO, Do Nascimento RAF, Lima RPA, et al. α -Tocopherol influences glycaemic control and *miR-9-3* DNA methylation in overweight and obese women under an energy-restricted diet: A randomized, double-blind, exploratory, controlled clinical trial. *Nutrition and Metabolism*. 2018;15(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12986-018-0286-7>.
26. Sukenova DA, Yergeshbayeva RB, Bykybayeva SA. Development recommendations for reducing fatty acid trans-isomers in food. *Vestnik KazNMU*. 2016;(4):239–243. (In Russ.).
27. Bessonov VV, Zaytseva LV. Trans isomers of fatty acids: health risks and ways to reduce consumption. *Problems of Nutrition*. 2016;85(3):6–17. (In Russ.).
28. Medvedev OS, Medvedeva NA. Modern conceptions about the possible impact of palm oil on human health. *Problems of Nutrition*. 2016;85(1):5–18. (In Russ.).
29. Prikhodchenko NG. 3rd place in the competition of scientific works of young scientists in gastroenterology in 2010 clinical and pathogenetic mechanisms of formation of food intolerance in children. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2011;(9):149–153. (In Russ.).

30. Bel'mer SV, Mukhina YuG, Chubarova AI, Geras'kina VP, Gasilina TV. Neperenosimost' laktozy u detey i vzroslykh [Lactose intolerance in children and adults]. *Lechaschi Vrach*. 2005;(1):34–38. (In Russ.).
31. Szilagyi A, Shrier I, Heilpern D, Je JS, Park S, Chong G, et al. Differential Impact of Lactose/Lactase Phenotype on Colonic Microflora. *Canadian Journal of Gastroenterology*. 2010;24(6):373–379. DOI: <https://doi.org/10.1155/2010/649312>.
32. Wilt TJ, Shaikat A, Shamlivan T, Taylor BC, MacDonald R, Tacklind J, et al. Lactose intolerance and health. Evidence report/technology assessment. 2010;(192):1–410.
33. Medovikov DS, Rozmirovich SD. Technology Corridors in the Production of Commodities and Services. *Foresight and STI Governance*. 2011;5(1):26–39. (In Russ.).
34. Ovyos i produkty ego pererabotki [Oats and the products of its processing]. [Internet]. [cited 2019 Apr 01]. Available from: <http://vniiz.org/science/>.
35. Ipatova LG, Kochetkova AA, Filatova IA, Ezhova MN. Primenenie volokon ovsa v funktsional'nykh napitkakh [The use of oat fibers in functional drinks]. *Materialy IX Vserossiyskogo kongressa dietologov i nutritsiologov 'Pitanie i zdorov'e'* [Proceedings of the IX All-Russian Congress of Nutritionists and Nutritionists 'Nutrition and Health'...]; 2007; Moscow. Moscow: IM Sechenov First Moscow State Medical University; 2007. pp. 41–42. (In Russ.).
36. Rumyantseva VV, Kovach NM. Grain products as a structurant in the production of fruit and jelly toppings. *Scientific Journal NRU ITMO. Series: Processes and Food Production Equipment*. 2017;(1):20–25. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2017-10-20-25>.

Сведения об авторах

Сергеева Ирина Юрьевна

д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой технологии продуктов питания из растительного сырья, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: sergeeva.76@list.ru

Райник Виталий Сергеевич

аспирант кафедры технологии продуктов питания из растительного сырья, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-55

Марков Александр Сергеевич

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания из растительного сырья, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: asm041@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3648-7557>

Вечтомова Елена Александровна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания из растительного сырья, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: vechtomowa.lena@yandex.ru

Information about the authors

Irina Yu. Sergeeva


Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of Department of Foods from Vegetable Raw Technology, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: sergeeva.76@list.ru

Vitaly S. Raynick

Postgraduate Student of Department of Foods from Vegetable Raw Technology, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55

Alexander S. Markov

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of Department of Foods from Vegetable Raw Technology, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: asm041@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3648-7557>

Elena A. Vechtomova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of Department of Foods from Vegetable Raw Technology, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-55, e-mail: vechtomowa.lena@yandex.ru

Разработка технологии пищевой добавки на основе соевого сырья биотехнологической модификации

Е. С. Стаценко 

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»,
675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19

Дата поступления в редакцию: 03.06.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

e-mail: ses@vniisoi.ru



© Е. С. Стаценко, 2019

Аннотация. Соя используется в различных отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности в качестве добавки для повышения пищевой и биологической ценности традиционных продуктов питания. Целью исследований являлась разработка технологии получения белково-витаминно-минерального ингредиента (БВМИ) в виде муки на основе соевого сырья биотехнологической модификации. Объектом исследования служило соевое зерно сорта «Китросса» селекции Всероссийского НИИ сои. Технология получения пищевой добавки включала четыре основных этапа: подготовку соевого зерна, проращивание, сушку полученного зерна, измельчение сушеного материала. На этапах получения добавки экспериментальным путем установлены оптимальные режимы проращивания (26 °С, 24 ч) и сушки соевого сырья (50 °С, 270 мин). При применении такой технологии в добавке, по сравнению с соевым зерном, отмечено увеличение содержания белка на 7,3 %, липидов на 2,3 %, пищевых волокон на 3,6–8,4 %. Независимо от режима проращивания, в добавке наблюдалось оптимальное рекомендуемое для человека соотношение полиненасыщенных жирных кислот ω -6 и ω -3 – 6,3:1–8,1:1. Также в БВМИ повысилось содержание витамина В₁ в 1,6–1,7 раза, витамина Е – в 1,7 раза, витамина С – в 2,2 раза по сравнению с их содержанием в соевом зерне. Активность ингибитора трипсина в БВМИ снизилась на 21,4–35,6 %. Соевое зерно и пищевая добавка из него богаты минеральными веществами (7,0–7,6 г/100 г) при содержании воды 9,3–9,8 г на 100 г. На основании проведенных исследований разработан комплект технической документации – СТО 9146-001-00668442-2018 «Белково-витаминно-минеральный ингредиент. Пищевая добавка» и технологическая инструкция (ТИ) на производство пищевой добавки.

Ключевые слова. Зерно, соя, проращивание, химический состав, биологически-активные вещества, пищевая добавка

Для цитирования: Стаценко, Е. С. Разработка технологии пищевой добавки на основе соевого сырья биотехнологической модификации / Е. С. Стаценко // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 367–374. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-367-374>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Technology for a New Food Additive Based on Biotechnologically Modified Soybean Raw Materials

Е.С. Statsenko 

All-Russia Scientific Research Institute of Soybean,
19, Ignat`evskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia

Received: June 03, 2019
Accepted: August 30, 2019

e-mail: ses@vniisoi.ru



© Е.С. Statsenko, 2019

Abstract. Soybeans are used in various sectors of food and processing industry as an additive that increases the nutritional and biological value of traditional food products. The research objective was to create a technology for a new protein-vitamin-mineral ingredient (PVMI). The new PVMI is a flour based on biotechnologically modified soybeans. The research featured soybeans of Kitrossa variety developed at the All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans (Blagoveshchensk, Russia). The technology included four main stages: preparation of soybeans, germination, drying, and grinding. The process of germination was performed in wet paper using a thermostat at a relative humidity of 85%. The experiment provided the optimal regimes for germination (26°C, 24 h) and drying (50°C, 270 min). The new technology made it possible to increase the protein content in the additive by 7.3 %, lipids – by 2.3 %, and dietary fibers – by 3.6–8.4 %, if compared to the initial soybeans. Regardless of the germination regime, the additive demonstrated the optimal ratio of polyunsaturated fatty acids (PUFA) ω -6 and ω -3, which was 6.3:1–8.1:1. The PVMI also increased the content of vitamin B1 by 1.6–1.7 times, vitamin E – by 1.7 times, and vitamin C – by 2.2 times, if compared to their content in the original soybeans. The activity of trypsin inhibitor in the PVMI decreased by 21.4–35.6%. The resulting soybean grain and food additive were rich in minerals (7.0–7.6 g per 100 g) with a water content of 9.3–9.8 g per 100 g. The sensory properties

of the obtained nutritional additive had an average score of 5.0. The research resulted in a set of technical documentation, which included Standard STO 9146-001-00668442-2018 'Protein-vitamin-mineral ingredient. Food additive' and technological procedures for its production.

Keywords. Grain, soybean, germination, chemical composition, biologically active substances, food additive

For citation: Statsenko ES. Technology for a New Food Additive Based on Biotechnologically Modified Soybean Raw Materials. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):367–374. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-367-374>.

Введение

Питание оказывает большое влияние на качество и продолжительность жизни. Правильное питание является важнейшим фактором здоровья человека, его способности трудиться и противостоять неблагоприятным воздействиям окружающей среды. В настоящее время отмечается недостаточное поступление в организм с рационом питания белков, жиров, витаминов и других биологически активных веществ. Поэтому проблема обеспечения населения пищевыми продуктами с полноценным химическим составом является актуальной задачей [1–4].

Соя – высокобелковая пищевая и кормовая культура, которая ценится во всем мире. Ее используют в различных отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности (консервной, молочной, мясной, хлебопекарной и др.) в качестве добавки для повышения пищевой и биологической ценности традиционных продуктов питания [5, 6]. В сое содержится большое количество белка, сбалансированного по составу незаменимых аминокислот, а также жира, витаминов, минеральных и других веществ [7, 8]. Благодаря этому она широко применяется для лечения и профилактики различных заболеваний [9–11]. В связи с этим заслуживают внимания технологические подходы к получению пищевых добавок из нативного зерна сои. Такие добавки являются биологически активными, имеют заданный состав и физико-химические свойства. Современные технологии позволяют получать их в виде порошков, используя традиционные технологические приемы (термообработку, экстракцию, сушку, диспергирование и др.) [12, 13].

Целью исследований была разработка технологии получения белково-витаминно-минерального ингредиента (БВМИ) функциональной направленности на основе соевого сырья биотехнологической модификации.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: разработка режимов и параметров процесса биотехнологической модификации соевого зерна при получении белково-витаминно-минерального ингредиента; разработка технологии получения белково-витаминно-минерального ингредиента функциональной направленности на основе соевого сырья; оценка пищевой и биологической ценности разработанной пищевой добавки.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований стало зерно сои средне-спелого сорта «Китросса» (ГОСТ 17109-88) селекции ВНИИ сои, выращенного в 2017 г. в селекционных

питомниках Всероссийского НИИ сои (с. Садовое, Тамбовский район Амурской области).

Исследования проводили в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции Всероссийского НИИ сои с использованием термостата ТС-1/80 СПУ (г. Смоленск, Россия), дегидрататора Ветерок-5ЭСОФ-0.5/220 (Спектр-Прибор, Россия), электронных весов марки SF-400 (Китай). Определение трипсинингибирующей активности в пищевой добавке проводили по ГОСТ 33427, органолептических показателей – по ГОСТ 15113.3-77. Содержание белка, углеводов, клетчатки, аминокислот, жирных кислот и минеральных веществ определяли с помощью инфракрасного сканера «FOSS NIRSystem 5000» методом спектроскопии в ближней инфракрасной области. Содержания витамина Е определяли по ГОСТ Р 54634-2011, витамина С – ГОСТ 24556-89, витамина В₁ (тиамина) – ГОСТ 29138-91, β-каротина – ГОСТ Р 54058-2010.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Microsoft Office Excel по следующим показателям [14, 15]:

– средняя арифметическая:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

где x_i – значение признака, варианты; n – число всех вариантов (объем выборки);

– ошибка выборки:

$$S_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

где σ – среднее квадратичное отклонение.

Повторность опытов – четырехкратная.

Результаты и их обсуждение

В настоящих исследованиях основой создания пищевой добавки из сои является процесс биотехнологической модификации, который заключается в том, что соевое зерно как биологический объект в процессе проращивания под действием ферментных систем претерпевает структурные изменения, а также изменения химического состава и свойств зерна. В результате процесса биомодификации в ходе проращивания в зерне происходит расщепление сложных пищевых веществ до более простых, легко усвояемых организмом человека. Ферментативная модификация в данном случае реализована в рамках биотехнологических процессов, направленных на улучшение качества белка и других химических элементов зерна [16].

Технология получения пищевой добавки заключалась в следующем. Зерно сои инспектировали,

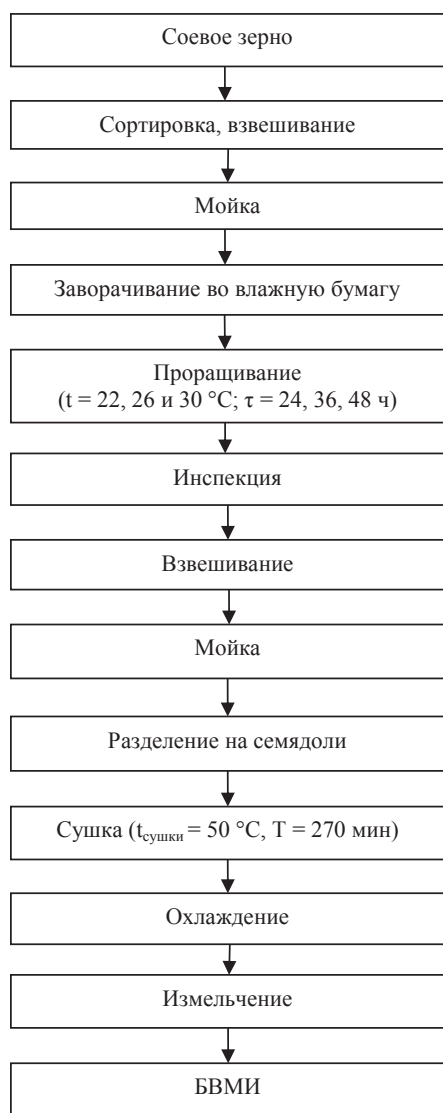


Рисунок 1. Технологическая схема получения белково-витаминно-минерального ингредиента (БВМИ)

Figure 1. Technological scheme for the protein-vitamin-mineral ingredient (PVMI)

взвешивали, тщательно промывали, заворачивали во влажную бумагу и помещали в термостат для проращивания (рис. 1).

Максимальная длина зародышевых корешков в результате проращивания во влажной бумаге в течение 24 ч составила 8–20 мм, 36 ч – 25–50 мм, 48 ч – 30–65 мм.

Относительная влажность воздуха в термостате – 85 %. Схемой опыта были предусмотрены варианты проращивания зерна при температурах 22, 26 и 30 °C продолжительностью 24, 36 и 48 часов соответственно.

Полученные образцы пророщенного зерна инспектировали, удаляя поврежденные экземпляры, взвешивали, тщательно промывали проточной водой при температуре 50–60 °C, разделяли на семядоли и закладывали на сушку в сушильный аппарат с конвекцией. После этого измельчали до частиц размером 0,01–0,05 мм. Таким образом, получали пищевую добавку в виде муки (рис. 2).

Температуру сушки (50 °C) устанавливали экспериментальным путем. Проведенные исследования показали, что нерационально подвергать высушиванию образцы при температуре 40 °C, так как требовалось увеличение продолжительности сушки – более 9 часов. При этом ухудшались органолептические показатели полученного продукта, он приобретал зеленоватую окраску, усиливался бобовый запах. При температуре сушки 60 °C и более частицы продукта темнели за счет частичного подгорания, что также ухудшало органолептические показатели готовой пищевой добавки.

В процессе сушки путем взвешивания контролировали массу исследуемых образцов каждые 30 минут. По полученным данным провели анализ изменения показателей массы пророщенного соевого зерна в зависимости от продолжительности сушки (рис. 3). В таблице 1 представлены показатели, полученные при проращивании соевого зерна в термостате в течение 24 часов при температуре 22, 26 и 30 °C ($t_{\text{сушки}} = 50 \text{ °C}$). Наиболее интенсивное снижение



(а) соевое зерно



(б) пророщенное зерно сушеное



(в) пищевая добавка в виде муки

Рисунок 2. Соевое зерно сорта «Китросса» и пищевая добавка из него

Figure 2. Kitrossa soybeans and food additive

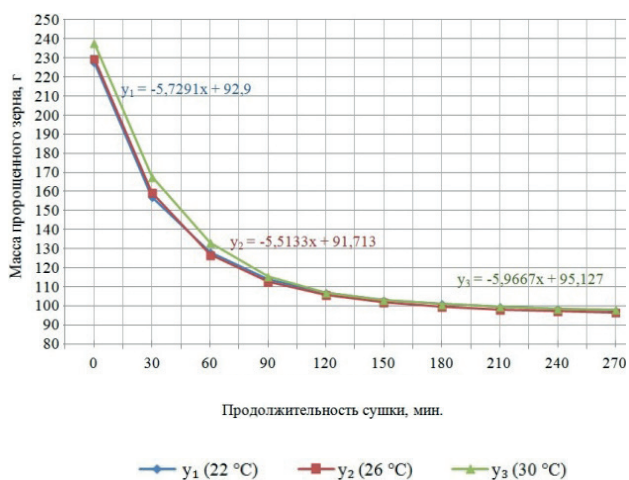


Рисунок 3. График изменения массы пророщенного соевого зерна во время сушки

Figure 3. Graph of change in the mass of the germinated soybean grain during drying

Таблица 1. Показатели сушки пророщенного соевого зерна
Table 1. Indicators for the germinated soybean grain drying process

Параметры	Числовые значения		
Температура в термостате, °C	22	26	30
Масса соевого зерна, г	100	100	100
Масса пророщенного соевого зерна, г			
до сушки	227,6 ± 0,3	229,6 ± 0,6	237,8 ± 0,2
Сушка в течение	30 мин	157,0 ± 0,2	159,6 ± 0,8
	60 мин	128,2 ± 0,6	126,8 ± 0,3
	90 мин	113,8 ± 0,3	112,6 ± 0,4
	120 мин	107,0 ± 0,8	105,8 ± 0,4
	150 мин	103,2 ± 0,5	101,8 ± 0,3
	180 мин	101,0 ± 0,4	99,6 ± 0,2
	210 мин	99,4 ± 0,3	98,0 ± 0,1
	240 мин	98,4 ± 0,3	97,4 ± 0,2
	270 мин	97,8 ± 0,3	96,6 ± 0,1

Таблица 3. Органолептическая характеристика качества пищевой добавки (БВМИ)

Table 3. Sensory characteristics of the PVMI food additive

Показатель качества	Характеристика		
	24	36	48
Цвет	светло-желтый с множеством включений бежевого и желтого цвета, однородный по всей массе		
Запах	приятный, легкий, свойственный соевой пищевой добавке в виде муки	интенсивный, соломы	интенсивный, не приятный, соломы
Вкус	сладковатый, свойственный соевой пищевой добавке в виде муки, с приятным бобовым привкусом, без горечи, кисловатого и других посторонних привкусов	не свойственный соевой пищевой добавке в виде муки, с бобовым привкусом, горьковатый, кисловатый. Не приятный, травянистый привкус	не свойственный соевой пищевой добавке в виде муки, с не приятным бобовым привкусом, горький, кисловатый. Не приятный, с резким травянистым привкусом
Минеральные примеси	при разжевывании пищевой добавки, смоченной водой, не ощущается хруста		

Таблица 2. Органолептическая оценка качества пищевой добавки

Table 2. Sensory quality assessment of the food additive

Показатель качества	Продолжительность проращивания, час		
	24	36	48
	Оценка, балл		
Цвет	5,0	5,0	5,0
Запах	5,0	4,0	3,0
Вкус	5,0	3,0	2,0
Средний балл	5,0	4,0	3,3

массы (на 53,0–55,0 %) от первоначальной, происходило в первые 120 минут сушки. Затем уменьшение массы значительно замедлялось до 7,9–8,0 % и в период сушки 240–270 минут изменялось менее чем на 1,0 %. В этот период достигалась необходимая влажность высушиваемого объекта 9,0–10,0 %. Поэтому экспериментально устанавливаем продолжительность сушки пророщенного соевого зерна – 270 мин.

После разработки технологии белково-витаминно-минерального ингредиента из пророщенного соевого зерна на дегустационном совещании проведена оценка его качества по органолептическим показателям в соответствии с пятибалльной шкалой (табл. 2) [17].

В таблице 3 представлена общая характеристика полученного белково-витаминно-минерального ингредиента в зависимости от продолжительности проращивания.

Анализ показателей качества пищевой добавки, представленных в таблицах 2 и 3, показал, что наивысшая оценка качества БВМИ установлена у образцов, полученных проращиванием соевого зерна в течение 24 ч.

После органолептической оценки пищевой добавки исследовали химический состав образцов БВМИ, полученных при проращивании сои в течение 24 часов при температуре 22, 26 и 30 °C.

В процессе проращивания соевого зерна изменялся его химический состав [16, 18]. Результаты

Таблица 4. Химический состав соевого зерна сорта «Китросса» и БВМИ

Table 4. Chemical composition of the Kitrossa soybean grain variety and the PVMI food additive

Показатель	Содержание, г/100 г			
	Соевое зерно	БВМИ		
		22 °С	26 °С	30 °С
Белок	38,3 ± 0,1	40,5 ± 0,3	41,1 ± 0,4	40,4 ± 0,3
Липиды	17,5 ± 0,2	18,2 ± 0,2	17,9 ± 1,0	18,2 ± 0,5
Клетчатка	8,3 ± 0,4	9,0 ± 0,6	8,6 ± 2,4	8,8 ± 0,8
Зола	7,0 ± 0,3	7,6 ± 0,5	7,2 ± 1,9	7,4 ± 0,6
Вода	9,8 ± 0,1	9,3 ± 0,1	9,5 ± 0,1	9,5 ± 0,1

Таблица 5. Содержание незаменимых аминокислот в соевом зерне и БВМИ

Table 5. Content of essential amino acids in the soybean grain and the PVMI food additive

Аминокислота	Содержание, %			
	Соевое зерно	БВМИ		
		22 °С	26 °С	30 °С
Лизин	6,1 ± 0,1	6,0 ± 0,1	6,0 ± 0,1	6,0 ± 0,1
Фенилаланин	4,3 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,4 ± 0,1
Лейцин	8,9 ± 0,1	7,3 ± 0,1	7,0 ± 0,3	7,6 ± 0,1
Изолейцин	6,5 ± 0,1	5,0 ± 0,1	5,2 ± 0,3	5,0 ± 0,1
Валин	6,4 ± 0,2	6,6 ± 0,2	5,9 ± 0,4	6,2 ± 0,2
Треонин	3,3 ± 0,1	3,2 ± 0,1	3,2 ± 0,1	3,2 ± 0,1
Метионин+цистин	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1

химического анализа пищевой добавки в виде муки из соевого сырья биотехнологической модификации представлены в таблице 4.

Увеличение содержания белка при проращивании зерна составило 5,5–7,3 % от его начального содержания в сое. При этом наибольшее количество белка (41,1 г) отмечено у образца, полученного при температуре в термостате 26 °С. Содержание липидов в добавке больше на 2,3–4,0 %, чем в исходном зерне, пищевых волокон (клетчатки) – на 3,6–8,4 %. Соевое зерно и пищевая добавка из него богаты минеральными веществами (7,0–7,6 г/100 г) при содержании воды 9,3–9,8 г на 100 г. Содержание углеводов в БВМИ снизилось на 17,8–19,4 % в сравнении с соевым зерном.

В пищевой добавке, независимо от режима ее получения, содержание незаменимых аминокислот изменилось незначительно. При этом метионин+ци-

Таблица 6. Содержание жирных кислот в соевом зерне и БВМИ

Table 6. Content of fatty acids in the soybean grain and the PVMI food additive

Жирная кислота	Содержание, %			
	Соевое зерно	БВМИ		
		22 °С	26 °С	30 °С
Олеиновая	17,0 ± 0,6	13,0 ± 0,9	15,4 ± 1,8	12,9 ± 1,1
Линолевая	49,7 ± 0,1	49,6 ± 0,2	49,3 ± 0,3	49,3 ± 0,3
Линоленовая	7,7 ± 0,1	6,8 ± 0,2	7,8 ± 2,0	6,1 ± 0,3
Пальмитиновая	10,8 ± 0,1	10,6 ± 0,1	10,6 ± 0,1	10,6 ± 0,1
Стеариновая	4,1 ± 0,1	3,8 ± 0,1	3,7 ± 0,1	3,9 ± 0,1
Соотношение ПНЖК	6,4:1	7,3:1	6,3:1	8,1:1

стин увеличился на 0,3 % при снижении лейцина и изолейцина на 1,3–1,9 % относительно их содержания в соевом зерне (табл. 5).

По данным диетологов и института питания РАМН РФ, рекомендуемое соотношение полиненасыщенных жирных кислот ω-6 и ω-3 в рационе питания здорового человека должно составлять 6:1–10:1 [19, 20]. У соевого зерна и полученной пищевой добавки, независимо от режима проращивания, наблюдалось оптимальное соотношение ПНЖК ω-6 и ω-3 – 6,3:1–8,1:1. Из ненасыщенных жирных кислот в большей степени уменьшилось содержание олеиновой кислоты – на 9,4–24,1 % относительно соевого зерна (табл. 6).

В соевом зерне содержится большое количество жирорастворимых и водорастворимых витаминов. В сое витамины находятся в связанной форме, а с поступлением воды начинается их переход в физиологически активное состояние. Поэтому в прорастающем зерне возрастает содержание витаминов, количество которых увеличивается не только из-за освобождения их из связанной формы, но и вследствие биосинтеза [16, 18, 21].

Проведен анализ содержания некоторых витаминов в соевом зерне и пищевой добавке из соевого зерна, полученного путем биотехнологической модификации (табл. 7).

Провитамин А (β-каротин), в связи с наличием большого числа двойных связей, обладает высокой реакционной способностью. Однако он неустойчив к нагреванию в присутствии кислорода. Поэтому в пи-

Таблица 7. Содержание витаминов в соевом зерне и в БВМИ

Table 7. Content of vitamins in the soybean grain and the PVMI food additive

Показатель	Содержание, мг/100 г			
	Соевое зерно	БВМИ		
		22 °С	26 °С	30 °С
β-каротин	0,07 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01
В ₁ (тиамин)	0,94 ± 0,01	1,55 ± 0,01	1,62 ± 0,01	1,63 ± 0,01
Е (альфа – токоферол, ТЭ)	1,90 ± 0,01	3,20 ± 0,02	3,30 ± 0,02	3,30 ± 0,02
Витамин С	1,55 ± 0,02	3,35 ± 0,02	3,48 ± 0,02	3,40 ± 0,02

Таблица 8. Активность ингибитора трипсина

Table 8. Activity of the trypsin inhibitor

Показатель	Содержание, мг/г			
	Соевое зерно	БВМИ		
		22 °С	26 °С	30 °С
ТИА	31,7 ± 0,3	24,0 ± 0,5	24,9 ± 0,4	20,4 ± 0,2

щевой добавке произошло уменьшение его содержания в 1,8–3,5 раз по сравнению с исходным сырьем. При этом содержание витамина В₁ увеличилось в 1,6–1,7 раза, витамина Е – в 1,7 раза, витамина С – в 2,2 раза относительно их содержания в соевом зерне.

Установлено, что кроме полезных веществ, содержащихся в сое, в состав ее белка входят и антипитательные вещества – ингибиторы трипсина, активность которых может изменяться в процессе проращивания [22]. На следующем этапе исследований проведен сравнительный анализ активности ингибитора трипсина (ТИА) в соевом зерне и в пищевой добавке, полученной проращиванием зерна в течение 24 часов при температурах 22, 26 и 30 °С (табл. 8).

Полученные результаты показали снижение активности ингибитора трипсина в БВМИ на 21,4–35,6 %, при диапазоне колебания 11,3 мг/г [7, 16].

Выводы

Таким образом, разработана технология получения БВМИ в виде муки на основе соевого сырья биотехнологической модификации, которая включает

следующие этапы: подготовку соевого зерна, проращивание, сушку полученного зерна, измельчение сушеного материала. Экспериментальным путем установлены оптимальные режимы проращивания (в течение 24 ч при температуре 26 °С) и сушки соевого сырья (в течение 270 мин при температуре 50 °С). Применение такой технологии обеспечило в добавке увеличение содержания белка на 7,3 %, липидов на 2,3 % и пищевых волокон на 3,6–8,4 % по сравнению с исходным соевым зерном. При этом в соевом зерне сорта «Китросса» и пищевой добавке из него отмечено оптимальное рекомендуемое для человека соотношение ПНЖК ω-6 и ω-3 – 6,3:1–8,1:1. Новые подходы к получению пищевой добавки на основе соевого сырья биотехнологической модификации не только обеспечивают целенаправленное превращение структурных элементов клетки, сохранение и увеличение биологически активных веществ, но и позволяют наиболее полно использовать все ресурсы, заложенные в сое. На основании проведенных исследований разработан комплект технической документации – СТО 9146-001-00668442-2018 «Белково-витаминно-минеральный ингредиент. Пищевая добавка» и технологическая инструкция (ТИ) на производство пищевой добавки. Полученный ингредиент рекомендуется использовать в качестве обогащающей добавки в технологиях консервного, хлебопекарного и других производств.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р. г. Москва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2010/11/03/pravila-dok.html>. – Дата обращения: 14.02.2018.
2. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, Д. В. Рисник [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 4. – С. 113–124. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00067>.
3. Герасименко, Н. Ф. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни / Н. Ф. Герасименко, В. М. Позняковский, Н. Г. Челнакова // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2016. – Т. 12, № 4. – С. 52–57.
4. Role of organic products in the implementation of the state policy of healthy nutrition in the Russian Federation / Z. Y. Belyakova, I. A. Makeeva, N. V. Stratonova [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2018. – Vol. 6, № 1. – P. 4–13. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-4-13>.
5. Скрипко, О. В. Разработка рецептур и оценка качества пищевого концентрата «Каша гречневая» повышенной пищевой и биологической ценности / О. В. Скрипко, Е. С. Стаценко, О. В. Покотило // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 125–132. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-125-131>.
6. Стаценко, Е. С. Разработка технологии пищевого концентрата первых обеденных блюд с использованием сои / Е. С. Стаценко // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 6. – С. 76–79. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10619>.
7. Петибская, В. С. Соя: химический состав и использование / В. С. Петибская. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с.
8. El-Shemy, H. A. Soybean. Bio-Active Compounds / H. A. El-Shemy. – Croatia : IntechOpen, 2013. – 556 p. DOI: <https://doi.org/10.5772/45866>.
9. Messina, M. Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature / M. Messina // Nutrients. – 2016. – Vol. 8, № 12. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu8120754>.
10. Сидорова, Ю. С. Экспериментальная оценка гипополипидемических свойств белков сои, риса и их ферментативных гидролизатов. Краткий обзор литературы / Ю. С. Сидорова, В. К. Мазо, А. А. Кочеткова // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 2. – С. 77–84. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10021>.

11. Tansaz, S. Biomedical applications of soy protein: A brief overview / S. Tansaz, A. R. Boccaccini // *Journal of Biomedical Materials Research – Part A*. – 2016. – Vol. 104, № 2. – P. 553–569. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbm.a.35569>.
12. Скрипко, О. В. Исследование биохимического состава семян сои амурской селекции для использования в пищевой промышленности / О. В. Скрипко, О. В. Литвиненко, Н. Ю. Исайчева // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2015. – № 8. – С. 32–35.
13. Скрипко, О. В. Технологические подходы к приготовлению функциональных белково-витаминных продуктов на основе сои / О. В. Скрипко // *Достижения науки и техники АПК*. – 2017. – Т. 31, № 6. – С. 84–92.
14. Доспехов, В. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Интенсивность вариации количественных признаков исходного материала сои / Д. Р. Шафигуллин, Е. В. Романова, М. С. Гинс [и др.] // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство*. – 2017. – Т. 12, № 3. – С. 217–225. DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2017-12-3-217-225>.
16. Влияние проращивания на химический состав и содержание антипитательных веществ в семенах сои / О. В. Кошцаева, И. В. Хмара, К. П. Федоренко [и др.] // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2014. – № 97. – С. 224–236.
17. Родина, Т. Г. Сенсорный анализ как составляющая товарной экспертизы пищевых продуктов / Т. Г. Родина // *Международная торговля и торговая политика*. – 2015. – Т. 1, № 1. – С. 83–95.
18. Иванова, М. И. Проростки – функциональная органическая продукция (обзор) / М. И. Иванова, А. И. Кашлева, А. Ф. Разин // *Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки*. – 2016. – Т. 7, № 3. – С. 19–30.
19. Ших, Е. В. Длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты семейства ω -3 в профилактике заболеваний у взрослых и детей: взгляд клинического фармаколога / Е. В. Ших, А. А. Махова // *Вопросы питания*. – 2019. – Т. 88, № 2. – С. 91–100. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10022>.
20. Субботина, М. А. Физиологические аспекты использования жиров в питании / М. А. Субботина // *Техника и технология пищевых производств*. – 2009. – Т. 15, № 4. – С. 54–57.
21. Загайнова, И. С. Пророщенные семена бобовых культур как источника пищевых и биологически активных веществ / И. С. Загайнова, М. Н. Чижова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002868>. – Дата обращения: 02.10.2018.
22. Влияние проращивания на содержание антипитательных веществ в семенах сои / Т. Ф. Киселёва, Н. Ф. Ульяновкина, Ю. Ю. Миллер [и др.] // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2013. – № 6. – С. 28–30.


References

1. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 25 oktyabrya 2010 g. № 1873–r. g. Moskva [Government Decree of the Russian Federation, October 25, 2010 № 1873–r.] [Internet]. [cited 2018 Feb 14]. Available from: <http://www.rg.ru/2010/11/03/pravila-dok.html>.
2. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Risnik DV, Nikityuk DB, Tutelyan VA. Micronutrient status of population of the Russian Federation and possibility of its correction. State of the problem. *Problems of Nutrition*. 2017;86(4):113–124. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00067>.
3. Gerasimenko NF, Poznyakovskiy VM, Chelnokova NG. Healthy eating and its role in ensuring the quality of life. *Technologies of food and processing industry of AIC – healthy food*. 2016;12(4):52–57. (In Russ.).
4. Belyakova ZY, Makeeva IA, Stratonova NV, Pryanichnikova NS, Bogatyrev AN, Diel F, et al. Role of organic products in the implementation of the state policy of healthy nutrition in the Russian Federation. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(1):4–13. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-4-13>.
5. Skripko OV, Statsenko ES, Pokotilo OV. Recipes development and quality evaluation of food concentrate ‘buckwheat porridge’ with higher nutritional and biological value. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(1):125–131. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-125-131>.
6. Statsenko ES. Development of Production Technology of Preparation of Food Concentrate of the First Courses with the Application of Soybean. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2018;32(6):76–79. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10619>.
7. Petibskaya VS. Soya: khimicheskiy sostav i ispol'zovanie [Soybeans: chemical composition and use]. Maykop: Poligraf-YUG; 2012. 432 p. (In Russ.).
8. El-Shemy HA. Soybean. Bio-Active Compounds. Croatia: IntechOpen; 2013. 556 p. DOI: <https://doi.org/10.5772/45866>.
9. Messina M. Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature. *Nutrients*. 2016;8(12). DOI: <https://doi.org/10.3390/nu8120754>.
10. Sidorova YuS, Mazo VK, Kochetkova AA. Experimental evaluation of hypolipidemic properties of soy and rice proteins and their enzyme hydrolysates. *Problems of Nutrition*. 2018;87(2):77–84. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10021>.
11. Tansaz S, Boccaccini AR. Biomedical applications of soy protein: A brief overview. *Journal of Biomedical Materials Research – Part A*. 2016;104(2):553–569. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbm.a.35569>.

12. Skripko OV, Litvinenko OV, Isaycheva NYu. Study of the Biochemical Composition of Soybean Seeds for Breeding Amur in the Food Industry. Storage and processing of farm products. 2015;(8):32–35. (In Russ.).
13. Skripko OV. Technological Approaches to Obtaining Functional Protein and Vitamin Foods from Soybean. Achievements of Science and Technology of AIC. 2017;31(6):84–92. (In Russ.).
14. Dospikhov VA. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Method of field experiment (with basic statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).
15. Shafigullin DR, Romanova EV, Gins MS, Pronina EP. Intensity of quantitative traits variation of the soybean starting material. RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. 2017;12(3):217–225. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-797X-2017-12-3-217-225>.
16. Koshchaeva OV, Khmara IV, Fedorenko KP, Shkredov VV. Effect of germination of the chemical composition and antinutrients content in soybean seeds. Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2014;(97):224–236. (In Russ.).
17. Rodina TG. Sensory analysis as a component of commodity expertise of food products. International Trade and Trade Policy. 2015;1(1):83–95. (In Russ.).
18. Ivanova MI, Kashleva AI, Razin AF. Sptouts – functional organic products (overview). Vestnik of the Mari State University. Chapter Agriculture. Economics. 2016;7(3):19–30. (In Russ.).
19. Shikh EV, Makhova AA. Long-chain ω -3 polyunsaturated fatty acids in the prevention of diseases in adults and children: a view of the clinical pharmacologist. Problems of Nutrition. 2019;88(2):91–100. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10022>.
20. Subbotina MA. Physiological aspects of the use of fats in the nourishment. Food Processing: Techniques and Technology. 2009;15(4):54–57. (In Russ.).
21. Zagaynova IS, Chizhova MN. Proroshchennye semena bobovykh kul'tur kak istochnika pishchevykh i biologicheskii aktivnykh veshchestv [Germinated seeds of legumes as a source of food and biologically active substances] [Internet]. [cited 2018 Oct 02]. Available from: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014002868>.
22. Kiseleva TF, Ul'yankina NF, Miller YuYu, Stepanov SV, Pomozova VA. Germination of soybean as a way to reduce antinutrients. Storage and processing of farm products. 2013;(6):28–30. (In Russ.).


Сведения об авторах

Стаценко Екатерина Сергеевна

канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», 675027, Россия, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19, тел.: +7 (4162) 36-94-50, e-mail: ses@vniisoi.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-2240-0614>

Information about the authors

Ekaterina S. Statsenko

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory of Processing of Agricultural Products, All-Russia Scientific Research Institute of Soybean, 19, Ignat'evskoe shosse, Blagoveshchensk, 675027, Russia, phone: +7 (4162) 36-94-50, e-mail: ses@vniisoi.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-2240-0614>

Обоснование параметров механической обработки молока при производстве кисломолочных продуктов

Ю. Б. Гербер^{ID}, А. В. Гаврилов*^{ID}

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»,
295007, Россия, г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4

Дата поступления в редакцию: 30.04.2019

Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: tehfac@mail.ru



© Ю. Б. Гербер, А. В. Гаврилов, 2019

Аннотация. Влияние параметров тепловой и механической обработки на первичном этапе переработки молока на формирование конечных физико-механических свойств кисломолочных продуктов исследовано не достаточно. Основной целью исследования было подтверждение гипотезы о влиянии параметров гомогенизации на этапе предварительной обработки, на формирование консистенции готовых кисломолочных продуктов. Для выявления зависимости реологических свойств кисломолочных продуктов от режимных параметров гомогенизации был проведен ряд исследований. Исследования проводились в процессе подготовки исходной молочной смеси для производства кефира, а также сметаны. Нагретое до 45 °С молоко подавалось на сепарирование в сепаратор «Альфа-лаваль». Обезжиренное молоко (1 % содержания жира для производства кефира) подогревалось в пастеризаторе до температуры 55–60 °С и направлялось в гомогенизатор. Рабочие органы гомогенизатора клапанного типа, используемого для проведения экспериментов, позволили проводить гомогенизацию молока в диапазоне давления от 8 до 16 Мпа. Установлено, что давление гомогенизации является значимым фактором, оказывающим влияние на протекание процесса сквашивания при производстве кисломолочных продуктов, в частности кефира и сметаны, и оказывает существенное влияние на консистенцию и вкусовые качества готового кисломолочного продукта, определена оптимальная температура сквашивания кефира. Оптимизация давления исследуемого процесса позволяет снизить удельные энергозатраты на 4,4 кВт/ч на каждую тонну продукции, что составляет 24,4 %, а использование гелиоколлекторов для предварительного подогрева молока перед гомогенизацией позволяет снизить удельные энергозатраты минимум на 10,5 кВт/ч на тонну по исходной продукции. Это существенно снижает себестоимость производимого натурального молочного продукта и делает его конкурентоспособным.

Ключевые слова. Гомогенизация, сквашивание, вязкость, кислотность, давление

Для цитирования: Гербер, Ю. Б. Обоснование параметров механической обработки молока при производстве кисломолочных продуктов / Ю. Б. Гербер, А. В. Гаврилов // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 375–382. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-375-382>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Machine Processing of Milk in Dairy Production

Yu.B. Gerber^{ID}, A.V. Gavrillov*^{ID}

V.I. Vernadsky Crimean Federal University
4, Vernadskogo Ave., Simferopol, 295007, Russia

Received: April 30, 2019

Accepted: August 30, 2019

*e-mail: tehfac@mail.ru



© Y.B. Gerber, A.V. Gavrillov, 2019

Abstract. For fermented milk products, consistency plays a leading role: it provides a quality product and shapes consumer demand. There have been numerous studies of the effect of the technological process on the properties of sour cream, kefir, etc. However, these studies were performed after the introduction of ferment. Thus, the effect of parameters of thermal and mechanical treatment during the primary stage on the physical and mechanical properties of fermented milk products remains understudied. The research objective was to confirm the following hypothesis: the parameters of homogenization during the primary stage affect the consistency of the fermented milk products. A set of experiments made it possible to expose the dependence of the rheologic properties of sour-milk products from the regime parameters of homogenization. The research featured initial mix for kefir and sour cream production. The milk was preheated to 45°C in an Alfa-Laval pasteurizer and separated in an Alfa-Laval separator. The fat-free milk (1% of fat for kefir production) was heated in a pasteurizer to 55–60°C and homogenized at 8–16 mPa. The homogenizing device of the manometer was additionally equipped with a phase separator delimiter of the S-homogenizer type. The acidity and viscosity for the sour cream and kefir were measured at different pressure values. The power expenses on homogenization depended on the pressure

and the volume of milk. The pressure of homogenization proved to be a meaningful factor and affected the fermentation process. It rendered a substantial influence on the consistency and taste qualities of the fermented milk product. The experiment defined the optimal temperature of fermentation for kefir production. The optimization of pressure decreased the energy consumptions by 4.4 kW/h (24.4%) per ton. Solar thermal collectors were used to preheat the milk before homogenization, which decreased the specific energy consumption by 10.5 kW/h per ton. The new parameters lower the prime cost of the dairy products and raise their competitiveness.

Keywords. Homogenization, fermentation, viscosity, acidity, pressure

For citation: Gerber YuB, Gavrilov AV. Machine Processing of Milk in Dairy Production. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):375–382. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-375-382>.

Введение

Консистенция является важным элементом в общем органолептическом (сенсорном) восприятии, получаемом при употреблении пищи. По данным С. А. Матца, под консистенцией понимают «сумму свойств пищевого продукта, воспринимаемую глазами, а также кожей и чувствительными мускулами рта, включающую жесткость, мягкость, зернистость и т. д.». Более узкое понимание – «смешанное ощущение, остающееся во рту после проглатывания продукта». Консистенция представляет собой совокупность реологических свойств вязкой жидкости, вязкоэластичного или вязкопластичного тела, степень твердости, плотности продукта. Исследованиями формирования консистенции кисломолочных продуктов занимались И. А. Тихомирова, А. М. Шалыгина, Б. К. Аксенова, С. К. Касымов, О. И. Далматова, А. Г. Гребенкина, Л. Н. Горбунова, Н. Г. Догарева [1–21].

При производстве кисломолочных продуктов консистенция играет ведущую роль в оценке уровня качества произведенного продукта, а также в формировании потребительского спроса. Многочисленные исследования по изучению зависимости свойств молочных продуктов, например, сметаны, кефира от параметров технологических процессов, проводились на этапе производства после внесения закваски. Результаты исследований отражены в работах Ю. А. Мачихина, В. Д. Косого, Я. И. Виноградова, Г. Н. Крусь, А. М. Шалыгиной. Влияние параметров тепловой и механической обработки на первичном этапе переработки на формирование конечных физико-механических свойств кисломолочных продуктов исследовано не достаточно [2–5].

Исследования зависимости физико-механических свойств кефира и сметаны от температуры пастеризации исходного молока проведены нами ранее [1, 2].

Основная цель исследования – подтверждение гипотезы о влиянии параметров гомогенизации на этапе предварительной обработки на формирование консистенции готовых кисломолочных продуктов.

Объекты и методы исследования

Для выявления зависимости реологических свойств кисломолочных продуктов от режимных параметров гомогенизации нами проведен ряд исследований в учебно-технологической лаборатории переработки молока Академии биоресурсов и природопользования Крымского федерального университета.

Исследования проводились в процессе подготовки исходной молочной смеси для производства кефира, а также сметаны. Молоко направлялось на подогрев в пастеризатор «Альфа-лаваль». Нагретое до 45 °С молоко подавалось на сепарирование в сепаратор «Альфа-лаваль». Обезжиренное молоко (1 % содержания жира для производства кефира) подогревалось в пастеризаторе до температуры 55–60 °С и направлялось в гомогенизатор. Рабочие органы гомогенизатора клапанного типа, используемого для проведения экспериментов, позволяют проводить гомогенизацию молока различной жирности в диапазоне давления до 16 Мпа. На гомогенизирующей головке был установлен манометр с разделителем сред типа S-гомогенизатор. Разделитель предназначен для отделения измерительного прибора от измеряемой среды. Данный разделитель сред является функциональным аналогом разделителей типа РМ5322. Конструкция разделителя защищает измерительный прибор от воздействия гидроударов и пульсаций рабочей среды. Применение встроенного в разделитель гидравлического демпфера и вакуумной технологии заполнения комплекта значительно увеличивает точность измерений.

Для проведения замеров использовался манометр WKA модель EN 837-1 с трубкой Бурдона и электроконтактом (рис. 1). Данный прибор относится к механическим средствам измерения давления с электрическим выходным сигналом. Рабочая температура окружающей среды: от –40 до +60 °С измеряемой среды: +60 °С (максимум). Дополнительная температурная погрешность при изменении температуры окружающей среды от +20 °С, не более ± 0,4 %. Диапазон измерений: от 0–2,5 до 0–400 бар (40 мПа).

Значение давления гомогенизации изменяли путем регулировки давления на первой и второй ступени гомогенизации с помощью регулировочных винтов, предусмотренных конструкцией гомогенизатора. Значения величин давления, при которых отбирались пробы, приведены ниже.

Данные, полученные в результате эксперимента, приведены в таблицах. Пробы молока, нормализованного по жиру для определенного продукта (кефира, сметаны) и прошедшего гомогенизацию, отбирали с помощью специального отборника, установленного в трубе на входе в пастеризатор.

Для контроля качества процесса гомогенизации использовалась стандартная методика с применением бинокулярного микроскопа XSP-128B, имеющего

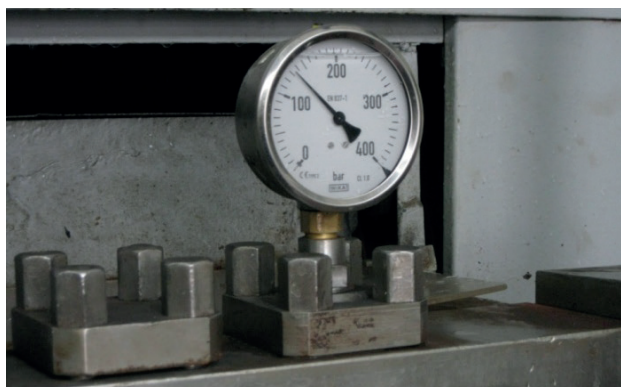


Рисунок 1. Узел замера давления в головке гомогенизатора (манометр WIKAEEN 837-1)

Figure 1. Node pressure measurement in the homogenizer (pressure gauge WIKAEEN 837-1)

устройство на 4 объектива, увеличение от 40х до 100х. При проведении исследований отобраны пробы в 4 вариантах давления гомогенизации: 8,0 мПа; 10,0 мПа; 12,0 мПа; 14,0 мПа; 16,0 мПа.

С помощью микроскопа изучена каждая из проб (рис. 2–4), в результате чего выявлено:

- в варианте 1 (рис. 2) структура неоднородная, с образованием небольших участков соединений жировых частиц, движение пузырьков газа наблюдается в отдельных зонах между указанными соединениями;
- в варианте 2 (рис. 3) структура также неоднородная, но участки соединений жировых частиц меньше, чем в первом варианте, движение пузырьков также неравномерно в исследуемой зоне;
- в варианте 3 (рис. 4) структура более однородная, чем в первых двух вариантах, распределение зон соединений жировых шариков более упорядочено и равномерно;
- в варианте 4 структура однородная, с равномерным распределением жировых шариков по всему объему, движение пузырьков газа также равномерно распределено по всему объему;

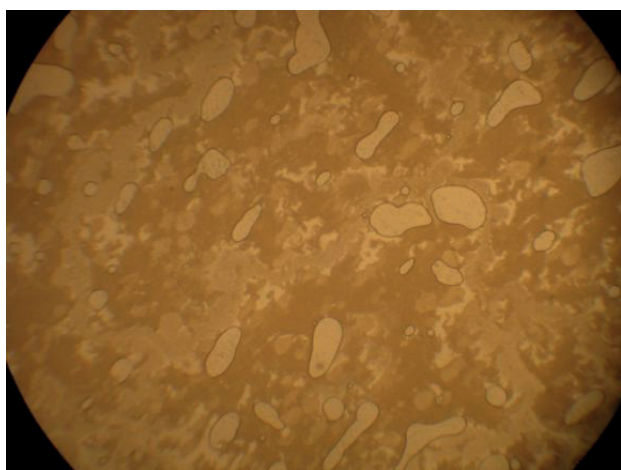


Рисунок 2. Структура пробы сметаны при $P_g = 8$ мПа

Figure 2. Sour cream sample structure at 8 MPa



Рисунок 3. Структура пробы сметаны при $P_g = 12$ мПа

Figure 3. Sour cream sample structure at 12 MPa

– в варианте 5 структура пробы молока практически не отличается от варианта 4, также наблюдается равномерное распределение жировых шариков по всему объему.

Дальнейший порядок проведения эксперимента был следующий. Во все отобранные пробы объемом 500 мл каждая внесена закваска: для кефира – ALBAmk, для сметаны – ALBAcck – бактериальный препарат прямого внесения.

Закваску отбирали из одной упаковки и вносили строго в соответствии с Рекомендациями по применению. Каждой пробе (из пяти вариантов, проводимых при разных значениях давления гомогенизации) отобрано по три образца: один из них помещали в термостат с установленной температурой 30 °С, второй – с температурой 35 °С, третий – с температурой 40 °С. В связи с этим температура сквашивания молока была различной, что отразилось на качественных показателях полученного продукта в различных изучаемых вариантах. Равное распределение закваски в пробах получено следующим образом. Общее коли-

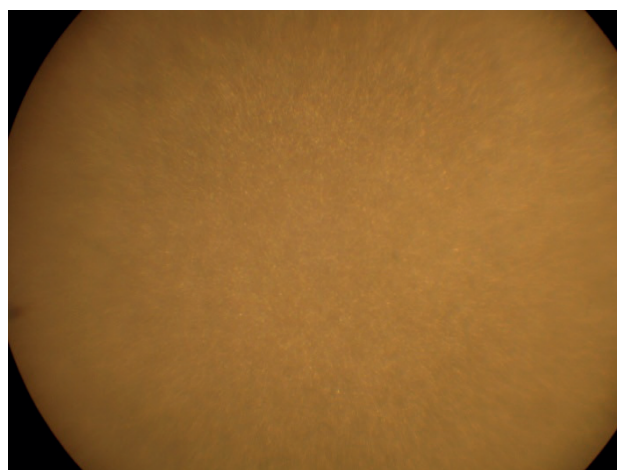


Рисунок 4. Структура пробы сметаны при $P_g = 14$ мПа

Figure 4. Sour cream sample structure at 14 MPa

Таблица 1. Данные качественных показателей продукта при различных значениях давления гомогенизации (сметана)

Table 1. Quality indicators of sour cream at different values of homogenization pressure

Вариант показатель	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Давление, (МПа)	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
Кислотность, °Т					
t _{ск} = 30 °С	73,0	73,5	74,5	75,5	73,5
t _{ск} = 35 °С	70,0	70,0	72,0	73,0	71,5
t _{ск} = 40 °С	69,0	69,5	70,5	72,0	70,5
Вязкость, с					
t _{ск} = 30 °С	79,0	86,0	104,0	141,0	145,0*
t _{ск} = 35 °С	77,0	81,5	100,0	133,0	140,0*
t _{ск} = 40 °С	74,5	81,5	100,0	129,0	136,5*

* отбор проб для определения зависимости вязкости от давления проведен при давлении гомогенизации 15,0 МПа;

* the homogenization pressure was 15.0 MPa during the sampling to determine the effect of viscosity on the pressure.

чество закваски в перерасчет на все пробы растворяли из расчета 1 к 200. Полученный раствор делили на равные части и вносили в пробы. Затем пробы помещали в термостат с постоянной температурой. Через некоторое время после внесения закваски периодически проводился замер кислотности во всех пробах по указанной выше стандартной методике.

Результаты и их обсуждение

Процесс сквашивания заканчивали в тот момент, когда в последней изучаемой пробе значение показателя кислотности входило в интервал значений, предусмотренных стандартом. Для кефира рекомендуемый интервал значений кислотности продукта в конце сквашивания составляет 80–110 °Т, для сметаны 70–85 °Т. На практике процесс заканчивается на нижних точках диапазона, так как в дальнейшем технологическом процессе (охлаждение, фасовка, хранение) кислотность еще продолжает незначительно повышаться. Результаты замеров кислотности для сметаны и кефира приведены в таблицах 1 и 2.

Анализ полученных данных при различных значениях давления гомогенизации позволяет сделать следующие выводы:

- оптимальная температура сквашивания сметаны наблюдается при температуре 31 °С, требуемая кислотность достигается в максимально короткое время. По аналогии с кефиром условия сквашивания обеспечивают максимальные качественные показатели готового продукта;
- в диапазоне значений давления гомогенизации 8,0–10,0 МПа кислотность сквашиваемого продукта растет медленно, что отрицательно сказывается на эффективности и управляемости процесса. Качество полученной сметаны низкое;
- в диапазоне значений давления гомогенизации 10,0–12,0 МПа течение процесса более интенсивное, чем в предыдущем указанном диапазоне, но сквашивание идет нестабильно. В результате полученный продукт имеет среднее качество: он может иметь как

Таблица 2. Данные качественных показателей продукта при различных значениях давления гомогенизации (кефир)

Table 2. Quality indicators of kefir at different values of homogenization pressure

Вариант показатель	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Давление, (МПа)	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0/15,0*
Кислотность, °Т					
t _{ск} = 30 °С	83,5	86,0	88,0	90,0	87,0
t _{ск} = 35 °С	83,5	85,0	87,0	88,5	87,5
t _{ск} = 40 °С	82,5	83,0	84,5	85,0	83,5
Вязкость, с					
t _{ск} = 30 °С	91,5	97,5	106,5	113,0	113,5*
t _{ск} = 35 °С	87,0	90,5	97,0	109,0	111,5*
t _{ск} = 40 °С	78,0	83,0	88,5	96,5	97,5*

* отбор проб для определения зависимости вязкости от давления проведен при давлении гомогенизации 15,0 МПа;

* the homogenization pressure was 15.0 MPa during the sampling to determine the effect of viscosity on the pressure.

удовлетворительную, так и нестабильную структуру в зависимости от параметров, учесть которые довольно сложно;

- в диапазоне значений давления гомогенизации 12,0–14,0 МПа наблюдалось стабильное динамичное течение процесса. Требуемое значение кислотности достигалось в короткое время, что обеспечивает благоприятные условия для эффективного сквашивания продукта и получения сметаны хорошего качества;
- при обработке исходного продукта давлением, превышающим 14,0 МПа, наблюдался результат, аналогичный гомогенизации с давлением 10,0–12,0 МПа.

Определение вязкости готового продукта в относительных единицах (время истечения жидкости объемом 100 мл) в исследуемых пробах проводили по стандартной методике, указанной выше с использованием вискозиметра ВЗ-246. В зависимости от консистенции исследуемого продукта в вискозиметр устанавливали сопла с калиброванными отверстиями различного диаметра: d = 2,0; 4,0; 6,0 мм.

Анализ полученных данных по показателю вязкости позволяет сделать следующие выводы:

- при обработке в диапазоне давлений гомогенизации 6,0–9,0 МПа наблюдается незначительное повышение вязкости сметаны. Готовый продукт имеет жидкую неоднородную консистенцию;
- при давлении гомогенизации 11,8–14,0 МПа получаемый продукт имеет хорошую однородную консистенцию и требуемые стандартом вкусовые качества;
- максимальная вязкость сметаны зафиксирована при давлении 15,0 МПа, хотя рост этого показателя в диапазоне давлений 14,0–15,0 МПа незначительный при ощутимом росте энергозатрат на гомогенизацию;
- повышение температуры сквашивания ведет к снижению вязкости сметаны. Оптимальная консистенция продукта наблюдается при температуре сквашивания около 30 °С.

Анализ полученных данных при различных значениях давления гомогенизации позволяет сделать следующие выводы:

- оптимальная температура сквашивания кефира на-

ходится в диапазоне значений 30–35 °С. При температуре 31–33 °С требуемая кислотность достигается в максимально короткое время. Действие закваски достигает максимального эффекта, что позволяет эффективно регулировать ход процесса и получать продукт с прогнозируемыми показателями качества;

- в диапазоне значений давления гомогенизации 8,0–10,0 МПа кислотность сквашиваемого продукта растет медленно, что отрицательно сказывается на эффективности и управляемости процесса: для того, чтобы достичь требуемой кислотности кефира, необходимо длительное время. Результат – низкое качество готового продукта;
- в диапазоне значений давления гомогенизации 12,0–14,0 МПа наблюдалось динамичное течение процесса. Требуемое значение кислотности достигалось в короткое время, что обеспечивает благоприятные условия для эффективного сквашивания продукта и получения кефира хорошего качества;
- в диапазоне значений давления гомогенизации выше 14,0 МПа значительных изменений в динамике процесса сквашивания не наблюдалось. Это указывает на нецелесообразность повышения давления при производстве кефира свыше 14,0 МПа, так как это ведет к неоправданным энергозатратам.

Анализ полученных данных по показателю вязкости кефира показывает следующее:

- повышение давления гомогенизации ведет к увеличению вязкости кефира. При давлении свыше 11,5 МПа получаемый продукт имеет хорошую однородную консистенцию и требуемые стандартом вкусовые качества;
- повышение давления гомогенизации свыше 15,0 МПа нецелесообразно, так как существенных изменений качества продукта не наблюдается. В то же время энергозатраты на осуществление процесса возрастают;
- повышение температуры сквашивания ведет к снижению вязкости кефира. Оптимальная консистенция

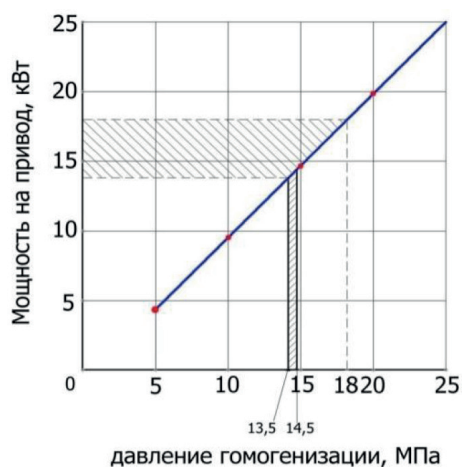


Рисунок 5. Зависимость мощности на привод гомогенизатора от давления (производительность процесса = $0,83 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$)

Figure 5. Effect of the pressure on the power of the homogenizer (process productivity = $0.83 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)

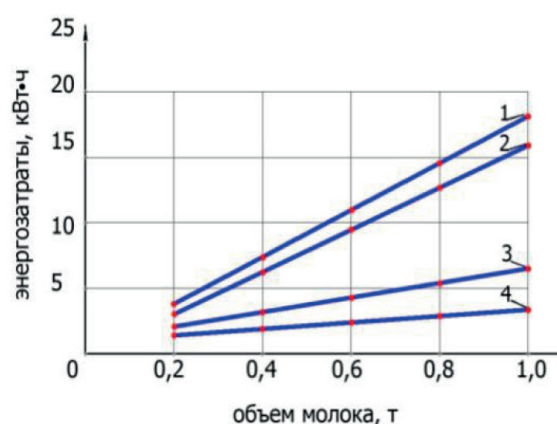


Рисунок 6. Сравнительная характеристика удельных энергетических затрат на гомогенизацию: 1 – существующая технология ($P_r = 18 \text{ МПа}$); 2 – давление гомогенизации 14 МПа; 3 – использование гелиоподогрева, давление 14 МПа; 4 – использование гелиоподогрева при оптимизированном давлении 14 МПа

Figure 6. Comparative characteristics of the specific energy consumption for homogenization: 1 – existing technology (18 MPa); 2 – homogenization pressure of 14 MPa; 3 – solar heating at 14 MPa; 4 – solar heating at 14 MPa.

продукта наблюдается при температуре сквашивания около 30 °С.

Данный эксперимент проводился при постоянном значении температуры пастеризации 83 °С.

Так как реализация процесса гомогенизации требует создания высокого давления, соответственно энергетические затраты на процесс довольно высокие. Кроме того, по технологическим требованиям необходим подогрев исходного продукта (молока, сливок, обезжиренного молока) до 60 °С.

Предлагаемые в настоящей работе технические и технологические рекомендации дают предпосылки снижения энергозатрат по следующим направлениям: – снижение рабочего давления гомогенизации путем оптимизации в рамках рекомендованного диапазона; – использование гелиоколлекторов для подогрева молока перед гомогенизацией посредством теплоносителя. Данные рекомендации опубликованы в работах [1, 2].

Экспериментальные исследования проводились в учебно-технологической лаборатории переработки молока Академии биоресурсов и природопользования Крымского федерального университета.

На рисунке 5 приведена зависимость показателя энергозатрат от давления гомогенизации.

Приведенная зависимость носит линейный характер. Из графика видно, что повышение рабочего давления на 1 МПа потребует дополнительно около 1,1 кВт/ч электроэнергии на привод гомогенизационной установки. В связи с этим снижение давления с 18 МПа, которое рекомендуется для работы гомогенизатора, до 14 МПа, обоснованное в результате исследований, дает возможность экономии 4,4 кВт/ч электроэнергии [5].

На рисунке 6 приведены сравнительные графические зависимости удельных энергетических затрат

на гомогенизацию для существующего варианта при работе с оптимизированным давлением, а также с использованием гелиоподогрева при оптимизированном давлении.

Выводы

1. Давление гомогенизации P_g является значимым фактором, оказывающим влияние на протекание процесса сквашивания при производстве кисломолочных продуктов, в частности кефира и сметаны, и оказывает существенное влияние на консистенцию готового кисломолочного продукта.

2. Оптимальные значения давления гомогенизации для получения кисломолочных продуктов с высокими вкусовыми качествами и хорошей консистенцией находятся в интервале 13,5–14,5 МПа.

3. Оптимальная температура сквашивания кефира составляет 31–33 °С, сметаны – 30–34 °С.

4. Оптимизация давления исследуемого процесса позволяет снизить удельные энергозатраты на 4,4 кВт/ч на тонну продукции, что составляет 24,4 %. Использование гелиоколлекторов для предварительного подогрева молока перед гомогенизацией позво-

ляет снизить удельные энергозатраты минимум на 10,5 кВт/ч на тонну по исходной продукции.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Авторы выражают благодарность руководству университета в доступе к технологической лаборатории переработки молока Академии биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» для получения экспериментальных данных.

Финансирование

Статья выполнена согласно тематического плана инициативных научно-исследовательских работ на 2015–2019 годы (с корректировкой в 2017 г.) Академии биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

Список литературы

1. Гербер, Ю. Б. Совершенствование технологии приготовления кисломолочных продуктов на примере кефира / Ю. Б. Гербер, А. В. Гаврилов, В. А. Маньшина // Научные труды ЮФ НУБиП «КАТУ». – 2009. – Т. 123. – С. 116–122.
2. Гербер, Ю. Б. Исследование предварительного подогрева теплоносителя комплексным энергозамещающим устройством в тепловых процессах переработки молока / Ю. Б. Гербер, А. В. Гаврилов, А. П. Вербицкий // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 3. – С. 124–132. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-124-132>.
3. Мачихин, Ю. А. Реометрия пищевого сырья и продуктов / Ю. А. Мачихин, А. В. Горбатов, А. С. Максимов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 223 с.
4. Горбунова, Л. Н. Сравнение технологических процессов производства кефира и кефирного продукта / Л. Н. Горбунова, Н. Г. Догарева // Молодой ученый. – 2017. – Т. 143, № 9. – С. 48–51.
5. Ермолаев, В. А. Анализ влияния способа подвода теплоты на процесс вакуумного обезвоживания молочных продуктов / В. А. Ермолаев, D. Grytsenko, В. В. Юрченко // Сборник трудов Международного симпозиума «Инновации в пищевой биотехнологии» / Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2018. – С. 290–295.
6. Козлова, О. В. Совершенствование технологии получения молочно-белковых концентратов, оценка состава и технологических свойств / О. В. Козлова, Т. Ч. Тултабаева // Сборник трудов Международного симпозиума «Инновации в пищевой биотехнологии» / Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2018. – С. 33–43.
7. Кригер, О. В. Разработка поликомпонентного пробиотика на основе лактобактерий, выделенных из национальных кисломолочных продуктов / О. В. Кригер, Сью Вэй // Сборник трудов Международного симпозиума «Инновации в пищевой биотехнологии» / Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2018. – С. 44–47.
8. Кригер, О. В. Разработка приемов длительного сохранения свойств молочнокислых микроорганизмов / О. В. Кригер, С. Ю. Носкова // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, №4. – С. 30–38. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-4-30-38>.
9. Ботвинникова, В. В. Формирование потребительских свойств кисломолочных напитков на основе эффектов ультразвука / В. В. Ботвинникова, О. Н. Красуля // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: пищевые и биотехнологии. – 2015. – Т. 3, № 4. – С. 30–40. DOI: <https://doi.org/10.14529/food150405>.
10. Пастухов, А. Г. Исследования работоспособности соединения «плунжер-уплотнение» гомогенизатора молока / А. Г. Пастухов, И. Ш. Бережная // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 17, № 1. – С. 42–59.
11. Скриплева, Е. А. Исследование реологических характеристик кисломолочного напитка, обогащенного биологически активными веществами / Е. А. Скриплева, Т. П. Арсеньева, А. Г. Новоселов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2017. – Т. 359–360, № 5–6. – С. 60–63.
12. Влияние технологических факторов на структурно-механические и технологические свойства полуфабрикатов из творога / Н. Г. Гринченко, П. П. Пивоваров, О. А. Гринченко [и др.] // Технические науки и технологии. – 2018. – Т. 12, № 2. – С. 204–215.
13. Доровских, В. И. Обоснование критериев оценки эффективности использования оборудования для первичной обработки молока / В. И. Доровских, Д. В. Доровских, С. Ф. Х. Альями // Наука в центральной России. – 2016. – Т. 23, № 5. – С. 62–69.

14. Ивкова, И. А. Сухой кисломолочный продукт / И. А. Ивкова, А. С. Пиляева // *Молочная промышленность*. – 2012. – № 8. – С. 83.
15. Ивкова, И. А. Разработка технологии сухого кисломолочного (сметанного) продукта / И. А. Ивкова, А. С. Пиляева, Г. М. Копылов // *Техника и технология пищевых производств*. – 2014. – Т. 32, № 1. – С. 35–39.
16. Основные аспекты получения напитков из молочной сыворотки с добавлением растительных полисахаридов на основе использования процесса ультрафильтрации / С. П. Бабенюшев, С. А. Емельянов, В. Е. Жидков [и др.] // *Техника и технология пищевых производств*. – 2015. – Т. 38, № 3. – С. 5–10.
17. Иркитова, А. Н. Некоторые аспекты биотехнологии пробиотического кисломолочного напитка на основе комбинированной закваски / А. Н. Иркитова, И. А. Функ, Р. В. Дорофеев // *Техника и технология пищевых производств*. – 2016. – Т. 42, № 3. – С. 19–24.
18. Смирнова, И. А. Изучение фракционного состава молочно-белковых концентратов с целью их применения в производстве молочных продуктов / И. А. Смирнова, Н. Ю. Гутов, А. В. Юрташкина // *Техника и технология пищевых производств*. – 2017. – Т. 45, № 2. – С. 69–73.
19. Gremenok, V. F. Thin film solar cells based on Cu (In, Ga) Se₂ / V. F. Gremenok // *ECOBALTIC 2006: Proceedings of the VI International Youth Environmental Forum / St. Petersburg State Polytechnic University*. – St. Petersburg, 2006. – P. 24–28.
20. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.avante.com.ua/rus/library/lib_perspektiv_soln_energetiki.htm. – Дата доступа: 30.03.2019.
21. Бояринцев, А. Э. Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс] / А. Э. Бояринцев, Н. М. Семененко // *Концепт*. – 2015. – Т. 25. – С. 106–110. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2015/65324.htm>. – Дата доступа: 30.03.2019.


References

1. Gerber YuB, Gavrilov AV, Man'shina VA. Sovershenstvovanie tekhnologii prigotovleniya kislomolochnykh produktov na primere kefir [Improving the technology of fermented milk processing for kefir production]. *Nauchnye trudy YUF NUBiP 'KATU' [Proceedings of the Academy of Biological Resources and Environmental Management 'KATU']*. 2009;123:116–122. (In Russ.).
2. Gerber YuB, Gavrilov AV, Verbitsky AP. Thermal Treatment in Milk Processing: Using a Complex Energy-Substitution Equipment during Preliminary Water Heating. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(3):124–132. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-124-132>.
3. Machikhin YuA, Gorbatov AV, Maksimov AS. Reometriya pishchevogo syr'ya i produktov [Rheometry of food raw materials and products]. Moscow: Agropromizdat; 1989. 223 p. (In Russ.).
4. Gorbunova LN, Dogareva NG. Sravnenie tekhnologicheskikh protsessov proizvodstva kefir i kefirnogo produkta [Comparative analysis of technological processes during kefir and kefir product production]. *Young Scientist*. 2017;143(9):48–51. (In Russ.).
5. Ermolaev VA, Grytsenko D, Yurchenko VV. Analiz vliyaniya sposoba podvoda teploty na protsess vakuumnogo obezvozhivaniya molochnykh produktov [Analysis of the effect of the heat supply method on the vacuum dehydration process of dairy products]. *Sbornik trudov Mezhdunarodnogo simpoziuma 'Innovatsii v pishchevoy biotekhnologii' [Proceedings of the International Symposium 'Innovations in food biotechnology']*; 2018; Kemerovo. Kemerovo: Kemerovo State University; 2018. p. 290–295. (In Russ.).
6. Kozlova OV, Tultabaeva TCh. Sovershenstvovanie tekhnologii polucheniya molochno-belkovykh kontsentratov, otsenka sostava i tekhnologicheskikh svoystv [Improving the technology of milk-protein concentrates and assessing their composition and technological properties]. *Sbornik trudov Mezhdunarodnogo simpoziuma 'Innovatsii v pishchevoy biotekhnologii' [Proceedings of the International Symposium 'Innovations in food biotechnology']*; 2018; Kemerovo. Kemerovo: Kemerovo State University; 2018. p. 33–43. (In Russ.).
7. Kriger OV, Syuy Vehy. Razrabotka polikomponentnogo probiotika na osnove laktobakteriy, vydelennykh iz natsional'nykh kislomolochnykh produktov [Development of a multicomponent probiotic based on lactobacilli isolated from national fermented milk products]. *Sbornik trudov Mezhdunarodnogo simpoziuma 'Innovatsii v pishchevoy biotekhnologii' [Proceedings of the International Symposium 'Innovations in food biotechnology']*; 2018; Kemerovo. Kemerovo: Kemerovo State University; 2018. p. 44–47. (In Russ.).
8. Kriger OV, Noskova SYu. Properties of Lactic Acid Microorganisms: Long-Term Preservation Methods. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(4):30–38. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-4-30-38>.
9. Botvinnikova VV, Krasulya ON. Formulation of consumer properties of fermented milk products on the basis of ultrasound exposure. *Bulletin of South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2015;3(4):30–40. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14529/food150405>.
10. Pastukhov AG, Berezhnaya ISh. Research of working performance of the connection 'plunger-seal' of milk homogenizer. *Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives*. 2018;17(1):42–59. (In Russ.).
11. Skripleva EA, Arseneva TP, Novoselov AG. Research of the rheological characteristics of a fermented milk beverage enriched with biologically active substances. *News of institutes of higher education. Food technology*. 2017;359–360(5–6):60–63. (In Russ.).
12. Grynchenko NG, Pyvovarov PP, Grynchenko OA, Tyutyukova DA, Plotnikova RV. Influence of technological factors on structural-mechanical and technological properties of semi-fabrics from lactic cheese. *Technical sciences and technologies*. 2018;12(2):204–215. (In Russ.).
13. Dorovskih VI, Dorovskih DV, Sadeq FHA-L. Justification criteria for assessing the effectiveness of use equipment for primary processing of milk. *Nauka v tsentral'noy Rossii [Science of Central Russia]*. 2016;23(5):62–69. (In Russ.).


14. Ivkova IA, Pilyaeva AS. Powdered fermented milk product. Dairy Industry. 2012;(8):83. (In Russ.).
15. Ivkova IA, Pilyaeva AS, Kopylov GM. Development of dry fermented milk (sour cream) product technology. Food Processing: Techniques and Technology. 2014;32(1):35–39. (In Russ.).
16. Babenyshev SP, Emelyanov SA, Zhidkov VE, Mamay DS, Utkin VP. Main aspects of producing whey beverages with the addition of plant polysaccharides based on the use of ultrafiltration. Food Processing: Techniques and Technology. 2015;38(3):5–10. (In Russ.).
17. Irkitova AN, Funk IA, Dorofeev RV. Some aspects of biotechnology of probiotic fermented milk drink based on combined starter. Food Processing: Techniques and Technology. 2016;42(3):19–24. (In Russ.).
18. Smirnova IA, Gutov NYu, Yurtashkina AV. Studying of fractional composition of milk-protein concentrates for the purpose of their application in production of dairy products. Food Processing: Techniques and Technology. 2017;45(2):69–73. (In Russ.).
19. Gremenok VF. Thin film solar cells based on Cu (In, Ga) Se₂. ECOBALTIC 2006: Proceedings of the VI International Youth Environmental Forum; 2006; St. Petersburg. St. Petersburg: St. Petersburg State Polytechnic University; 2006. p. 24–28.
20. [Internet]. [cited 2019 Mar 30]. Available from: http://www.avante.com.ua/rus/library/lib_perspektiv_soln_energetiki.htm.
21. Boyarintsev AEh, Semenenko NM. Al'ternativnye istochniki ehnergii [Alternative sources of energy]. Kontsept [Concept]. 2015 [cited 2019 Mar 30]; 25:106–110. (In Russ.). Available from: <http://e-koncept.ru/2015/65324.htm>.

Сведения об авторах

Гербер Юрий Борисович


д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технологии и оборудования производства и переработки продукции животноводства, Академия биоресурсов и природопользования, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, тел.: +7 (978) 758-28-55, e-mail: gerber_1961@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3224-6833>

Гаврилов Александр Викторович


канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии и оборудования производства и переработки продукции животноводства, Академия биоресурсов и природопользования, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, тел.: +7 (978) 736-61-57, e-mail: tehfac@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3382-0307>

Information about the authors

Yuriy B. Gerber

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Technology and Equipment of Production and Processing of Products of Stock Raising, Academy of Life and Environmental Sciences, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Agrarnoe, Simferopol, 295492, Republic of Crimea, Russia, phone: +7 (978) 758-28-55, e-mail: gerber_1961@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3224-6833>

Alexander V. Gavrilo

Cand.Sci.(Eng.), Associate professor, Associate professor of the Department of Technology and Equipment of Production and Processing of Products of Stock Raising, Academy of Life and Environmental Sciences, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Agrarnoe, Simferopol, 295492, Republic of Crimea, Russia, phone: +7 (978) 736-61-57, e-mail: tehfac@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3382-0307>

Исследование процесса теплообмена при охлаждении форели с применением диоксида углерода¹

Е. Н. Неверов*^{ID}, П. С. Коротких^{ID}

Дата поступления в редакцию: 27.03.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

*e-mail: tht_kemsu@mail.ru



© Е. Н. Неверов, П. С. Коротких, 2019

Аннотация. В пищевой промышленности наиболее часто для охлаждения рыбы используются такие традиционные способы, как охлаждение холодным воздухом, холодной жидкостью, льдом. Данные способы имеют ряд недостатков, например: меняющийся внешний вид товара, продолжительное время охлаждения, поглощение существенного количества влаги тушками. Все эти факторы влияют на качество продукта, на сроки хранения рыбы и как следствие на снижение покупательского спроса этот товар. Диоксид углерода в последнее время приобретает всё большее распространение в закрытых холодильных системах, являясь одним из самых перспективных холодильных агентов, так как традиционные холодильные технологии для охлаждения рыбы обладают рядом серьёзных недостатков. В статье представлен один из способов утилизации диоксида углерода, получаемого на спиртоперерабатывающих предприятиях. Проведен анализ перспектив использования диоксида углерода в сочетании с бинарной смесью для охлаждения форели, также показаны технологические преимущества применения данной технологии. Изучены особенности теплообмена при охлаждении тушки неразделанной форели. Представлены результаты экспериментов по охлаждению тушек форели водным льдом, смесью водного льда и снегообразного диоксида углерода и снегообразным CO₂ в чистом виде. В результате установлена зависимость интенсивности процесса охлаждения от концентрации снегообразного диоксида углерода в водном льду. Более высокая интенсивность процесса охлаждения приводит к сокращению времени охлаждения форели и снижению расхода водного льда. Изучение показателей качества форели при охлаждении в водном льду и диоксиде углерода позволяет говорить о том, что охлаждение форели в среде водный лёд и диоксид углерода в несколько раз увеличивает срок её хранения.

Ключевые слова. Лед, охлаждение, диоксиды, продукты питания, термограммы, тепловой поток

Для цитирования: Неверов, Е. Н. Исследование процесса теплообмена при охлаждении форели с применением диоксида углерода / Е. Н. Неверов, П. С. Коротких // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 383–389. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-383-389>.

Original article

Available online at <http://fppt.ru/eng>

The Method of Carbon-Dioxide Recovery in Fish-Processing Industry

E.N. Neverov*^{ID}, P.S. Korotkih^{ID}

Received: March 27, 2019
Accepted: August 30, 2019

Kemerovo State University,
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

*e-mail: tht_kemsu@mail.ru



© E.N. Neverov, P.S. Korotkih, 2019

Abstract. There is a growing demand for rapid cooling in modern food industry. Traditional methods of fish cooling involve cold air, cold liquid, and ice. These methods have a number of disadvantages. For instance, they may have a negative effect on the appearance of the product, require a longer cooling time, or make fish absorb extra moisture. As a result, the quality of the product and its shelf life decrease, which results in demand contraction. Carbon dioxide is becoming increasingly popular in closed refrigeration systems. It is one of the most promising refrigerants, since traditional refrigeration technologies for fish cooling have a number of serious drawbacks. The paper introduces a utilization method for carbon dioxide obtained at alcohol processing plants. The authors analyzed the prospects of using carbon dioxide in combination with a binary mixture for cooling trout. A series of experiments proved the technological advantages of this technology. The paper features heat transfer in roundfish during cooling with water ice, a mixture of water ice and snow-like carbon dioxide, and snow-like CO₂ in pure form. The obtained results show the effect of the concentration of snow-like carbon dioxide in water ice on the intensity of the cooling process. A higher intensity of the cooling process reduced

¹ Материал опубликован в рамках II Международного симпозиума «Инновации в пищевой биотехнологии». 13–14 мая 2019 г., Кемерово, Кемеровский государственный университет.

the cooling time and the amount of water ice. The study of quality indicators of trout proved that the environment of water ice and carbon dioxide increased its shelf life by several times. The paper contains temperature graphs and duration curves at different concentrations of CO₂.

Keywords. Ice, cooling, dioxides, food, thermograms, heat flux

For citation: Neverov EN, Korotkih PS. The Method of Carbon-Dioxide Recovery in Fish-Processing Industry. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):383-389. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-383-389>.

Введение

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к технологиям применения диоксида углерода (CO₂) как хладагента. Основными преимуществами применения диоксида углерода в системах холодоснабжения являются его высокая эффективность и безопасность для окружающей среды в сравнении со многими другими холодильными агентами.

Ввод новых и ужесточение существующих экологических норм является общемировой тенденцией. В связи с этим все большее число хладагентов попадают под запрет. Наиболее явной альтернативой для их замены являются природные хладагенты, проблема развития технологий применения которых становится все более актуальной.

Диоксид углерода относится к группе хладагентов, имеющих природное происхождение, наряду с аммиаком, пропаном, бутаном, водой и др. CO₂ имеет нулевой потенциал разрушения озонового слоя Земли (ODP = 0), что является эталонным значения единицей для расчета потенциала глобального потепления (GWP = 1). Несмотря на то что CO₂ содержится в окружающем нас воздухе и необходим для протекания различных жизненно важных процессов, влияние диоксида углерода на экологию в целом неоднозначно. Ряд исследований показывает, что увеличение концентрации газообразного диоксида углерода в атмосфере приводит к такому явлению, как глобальное потепление. Стоит отметить, что природные холодильные агенты обладают рядом недостатков. Например, аммиак токсичен, пропан взрывоопасен, а у воды низкая температура кристаллизации, что очень сильно ограничивает область применения [1]. Диоксид углерода не является токсичным или горючим веществом. Напротив – широко применяется в системах пожаротушения.

Разрабатываемая нами технология отлично вписывается в предложенное новое соглашение, которое начнет действовать с 2022 г., цель которого – предотвратить увеличение средней температуры на планете на 2 °С. Одним из пунктов соглашения по ограничению выбросов предусматривается введение внутренних «цен на углерод», то есть налога для предприятий за выброс углекислого газа сверх установленной нормы. Ведется также речь о том, что с 2019 г. планируется начать мониторинг промышленных предприятий по выбросам, который будет производиться в несколько этапов. Минприроды совместно с Минэкономразвития разрабатывают для предприятий методику отчетности по выбросам парниковых газов. Компании и предприятия, выбросы которых будут превышать 150 000 т углекислоты – эквивалента за год, должны будут до конца 2019 г. обеспечить передачу отчетности о выбросах Росприроднадзору. К началу 2020 г. предоставлять подобные сведения

будут уже все производства с годовыми выбросами более 50 000 т. После этого будет создана система проверки данных и отчетности и введены инструменты финансового воздействия, т. е. установлен налоговый сбор [2].

Таким образом, в будущем ожидается спрос промышленных предприятий на всевозможные способы утилизации бросовых парниковых газов, в том числе углекислого газа. Для внедрения данного метода в промышленность как одного из способов утилизации углекислого газа, являющегося бросовым продуктом производимым спиртоперерабатывающими предприятиями, нами проведен ряд исследований по охлаждению форели с применением CO₂.

На мировом рынке охлажденная рыба пользуется повышенным спросом. Сектор ее производства относится к одному из быстрорастущих. Для значительной группы потребителей важен удобный в приготовлении формат продукции: выбирая охлажденную продукцию, покупатель экономит время на разморозке и получает более качественный продукт. Также метод, основанный на применении диоксида углерода, обладает рядом преимуществ перед традиционными способами охлаждения [3].

Существует ряд традиционных способов охлаждения рыбы: охлаждение рыбы холодным воздухом, холодной жидкостью, льдом, диоксидом углерода. Для воздушного охлаждения используется современное технологическое оборудование с использованием хладагента: камеры, бонеты и пр. Способ охлаждения рыбы в холодной воде достаточно прост и не требует экономических затрат, но рыбу, мясо которой имеет нежную консистенцию, не рекомендуется хранить в охлажденной морской воде, так как это приводит к набуханию (потере товарного вида), просаливанию, потере экстрактивных азотистых соединений и водорастворимых белков [4].

Способ охлаждения рыбы водным льдом является наиболее распространенным. Для этого способа используют естественный лед, который добывают зимой из различных водоемов [5]. Заготовка такого льда весьма сложный процесс. Санитарное состояние льда низкое, при хранении в теплое время года потери составляют до 50 % от общей массы заготовленного льда. Для получения искусственного льда применяют ледогенераторы, для работы которых необходима водопроводная воды, что приводит к дополнительным затратам. Форма искусственного льда может быть различной (блочный, трубчатый, чешуйчатый). Она определяется конструкцией ледогенератора [6].

На сегодняшний день наиболее подходящим способом для охлаждения цельной рыбы считается метод, основанный на применении «бинарной смеси» [7]. Такое сочетание охлажденной воды и

мелкокристаллического льда позволяет сохранить товарный вид рыбы, так как исключает нанесение механических повреждений. Также обеспечивает большую площадь контакта с поверхностью продукта, так как легко заполняет пространство между тушками рыбы. Традиционные методы охлаждения рыбы отличаются рядом недостатков: охлаждение льдом осуществляют при непродолжительном хранении перед обработкой рыбы [8]. Следствием этого являются: невысокая скорость и неравномерность охлаждения рыбы, малое использование полезного объема тары, таяние льда, деформация вызванные непосредственным контактом рыбы со льдом. Кроме того, невозможно обеспечить создание необходимых запасов льда, так как все виды искусственного льда, за исключением блочного, подвержены деформации под воздействием давления, т. е. произойдет слеживание в однородную плотную массу. Для того чтобы компенсировать эти недостатки, нами предложена технология охлаждения рыбы (форели) с использованием среды «водный лёд и CO_2 » как дополнительного охлаждающего средства [9].

Объекты и методы исследования

В качестве основного экспериментального материала послужили термограммы процессов и кривые изменения плотности тепловых потоков во времени.

Пользуясь термограммами процесса охлаждения форели, определяли снижение температуры слоёв тушки рыбы и длительность сублимации снегообразного диоксида углерода.

Коэффициент теплоотдачи определялся по формуле Ньютона-Рихмана на основании экспериментально полученных значений плотности теплового потока.

Холодильную обработку тушки форели продолжали до достижения нормируемой температуры во всех слоях тушки рыбы [6].

Тушку форели массой $0,8 \pm 0,05$ кг охлаждали в стандартном контейнере максимальной вместимостью 50 л. В первом случае использовали водный лёд массой 2 кг, во втором случае – водный лёд 1,6 кг и снегообразный CO_2 480 г (30 % от массы льда). Габаритные размеры контейнера – $0,9 \times 0,6 \times 0,4$ м. Массу охлаждаемой рыбы определяли взвешиванием. Изменение температуры рыбы в камере контролировалось при помощи хромелькопелевых термопар, введенных в тушку форели под чешую на глубину 3 мм и в наиболее толстую часть тушки (вблизи позвоночника) на глубину 0,002 и 0,004 м. Сигнал с термопар поступает на контроллер температуры [10]. Измерение плотности теплового потока на наружной поверхности осуществлялось при помощи зонда теплового потока, сигнал с которого поступает на измеритель теплового потока ИПП. Температуру рыбы и температуру в контейнере в процессе охлаждения измеряли периодически с помощью контроллера температуры (ТРМ-138).

Результаты и их обсуждение

На рисунке 1 показана термограмма процесса охлаждения форели водным льдом, при температуре окружающей среды 20 ± 2 °С, при этом температура

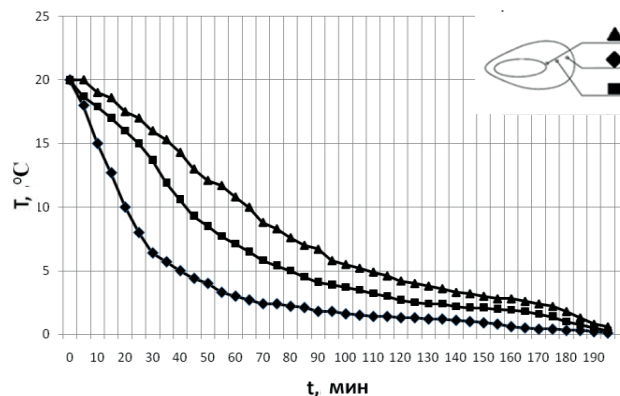


Рисунок 1. Термограмма процесса охлаждения форели в среде «водный лёд»

Figure 1. Thermogram of cooling the trout in water ice

охлаждающей среды составляла около 0 ± 2 °С. Масса форели $1,10 \pm 0,05$ кг.

Проведя анализ полученной диаграммы, можно утверждать следующее: процесс охлаждения наружного слоя тушки более интенсивный, так как поверхность наружного слоя находится в непосредственном контакте со льдом. Затем наблюдается выравнивание температуры на поверхности и её приближение к температуре охлаждающей среды.

Центральная часть тушки (на расстоянии 20 мм от позвоночника) охлаждается уже за счет теплоотвода от наружной поверхности, которая соприкасается со льдом.

Охлаждение внутреннего слоя (на расстоянии 40 мм от позвоночника) происходит ещё менее интенсивно, так как теплоотвод от внутренней полости происходит уже через все слои к расположенному на поверхности водному льду.

На последнем этапе процесса охлаждения происходит выравнивание температурного поля во всех слоях тушки рыбы до значения близкого к температуре охлаждающей среды [11].

В целом процесс охлаждения всех слоев тушки рыбы водным льдом составил 195 мин, что показало низкий темп охлаждения. Расход водного льда составил 0,9 кг.

Диаграмма плотности теплового потока на наружной поверхности тушки форели при охлаждении

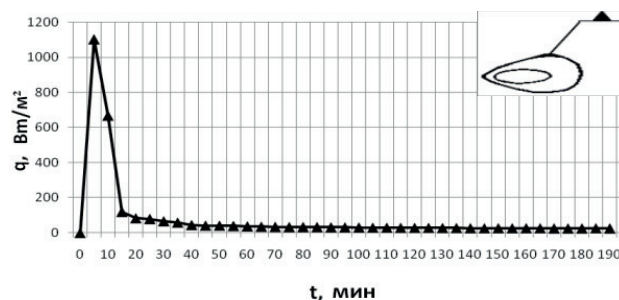


Рисунок 2. Изменение плотности теплового потока при охлаждении форели в среде «водный лёд»

Figure 2. Changes in the heat flow density when cooling the trout in water ice

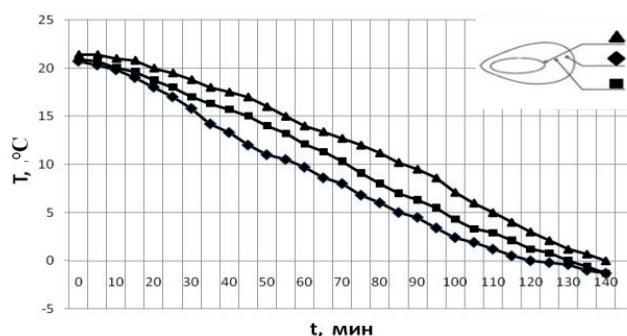


Рисунок 3. Термограмма процесса охлаждения форели в среде водного льда с добавлением 20 % диоксида углерода

Figure 3. Thermogram of cooling in water ice with 20% of carbon dioxide

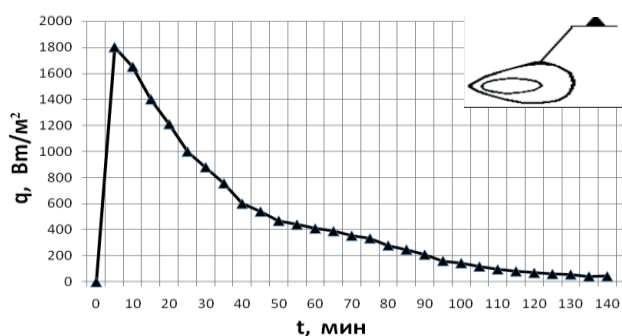


Рисунок 4. Изменение плотности теплового потока при охлаждении форели в среде водного льда с добавлением 20 % диоксида углерода

Figure 4. Changes in the heat flow density when cooling the trout in water ice with 20% of carbon dioxide

льдом представлена на рисунке 2. Температура окружающей среды при данном эксперименте составила 20 ± 2 °С.

На основании полученных экспериментальных данных среднеинтегральное значение плотности теплового потока форели на наружной поверхности тушки составляет около $q_{cp} = 200$ Вт/м², максимальное значение плотности теплового потока на наружной поверхности тушки $q_{max} = 1100$ Вт/м² [12].

В начальный момент времени, когда разница температур между тушкой и льдом максимальна, мы можем наблюдать наиболее интенсивный процесс теплоотвода, а следовательно, и максимальную плотность теплового потока. При дальнейшем снижении температуры тушки наблюдается падение плотности теплового потока в конце процесса приближаясь к нулевому значению [13].

На основании полученных экспериментальных данных среднеинтегральное значение коэффициента теплоотдачи с наружной поверхности тушки $\alpha_{cp} = 5,1$ Вт/м²·К. Максимальное значение коэффициента теплоотдачи $\alpha_{max} = 19,1$ Вт/м²·К.

В связи с тем, что темп охлаждения низкий и, как следствие, продолжительность охлаждения увеличена, расход водного льда значительный. С целью поиска наиболее эффективного и рационального способа охлаждения рыбы была проведена следующая серия исследований с применением диоксида углерода [8]. Эксперименты проводились с неразделанной форелью массой $1,10 \pm 0,05$ кг. Расход водного льда составил 0,9 кг.

На рисунке 3 представлена динамика понижения температуры на поверхности и в центре тушки рыбы в процессе охлаждения в среде «водный лёд + снегообразный CO₂ – 20 %». Масса форели $1,10 \pm 0,05$ кг.

Измерения проводились аналогично приведенному выше эксперименту. Поле температур соответствует предыдущему эксперименту по охлаждению форели водным льдом.

На основании анализа термограммы можно сделать заключение, что процесс охлаждения тушки форели в среде водного льда и снегообразного CO₂ при 20 % подачи диоксида углерода происходит более интенсивно во всех слоях тушки форели, чем в предыдущих экспериментах. Это связано с тем, что температура водного льда в начальный момент ох-

лаждения значительно снижается до -75 °С и постепенно повышается. Но темп ее повышения гораздо ниже, что позволяет сократить продолжительность процесса охлаждения в данном случае составляет 145 мин, а также дополнительно сократить расход водного льда до 0,4 кг.

На рисунке 4 изображен график плотности теплового потока, построенный по данным, полученным при проведении экспериментального исследования по охлаждению тушки форели в среде «водный лёд + снегообразный CO₂ – 20 %».

В первые минуты эксперимента значение плотности теплового потока достигает наивысшей точки аналогично предыдущему эксперименту. Однако пиковое значение плотности теплового потока 1800 Вт/м² больше. Это объясняется тем, что разность температур между продуктом и теплоотводящей средой несколько выше и это приводит к более интенсивному теплоотводу от тушки форели. Далее температура тушки форели начинает интенсивно падать и регистрируется резкое снижение плотности теплового потока, тогда как при охлаждении водным льдом снижение плотности теплового потока происходит постепенно и более длительно [14].

Помимо большой разницы температур охлаждающих сред это так же связано и с тем, что добавление CO₂ позволяет максимально длительно поддерживать температуру водного льда на низком уровне и предотвращает его быстрое таяние. Коэффициент теплоотдачи при данном методе охлаждения составил: $\alpha_{cp} = 6,0$ Вт/м²·К. Максимальное значение достигло отметки $\alpha_{max} = 22,3$ Вт/м²·К.

Дальнейшие эксперименты проводились с увеличением концентрации диоксида углерода. На рисунке 5 представлены схема расположения термпар и термограмма процесса охлаждения тушки форели массой $1,10 \pm 0,05$ кг снегообразным CO₂. Продолжительность охлаждения рыбы составило 30,7 минут.

В процессе построения и анализа данной термограммы было установлено, что охлаждение внешнего слоя рыбы проходит достаточно интенсивно, поверхностные слои рыбы находятся в контакте с снегообразным CO₂ через газовую прослойку, образованную при сублимации снегообразного CO₂. Происходит

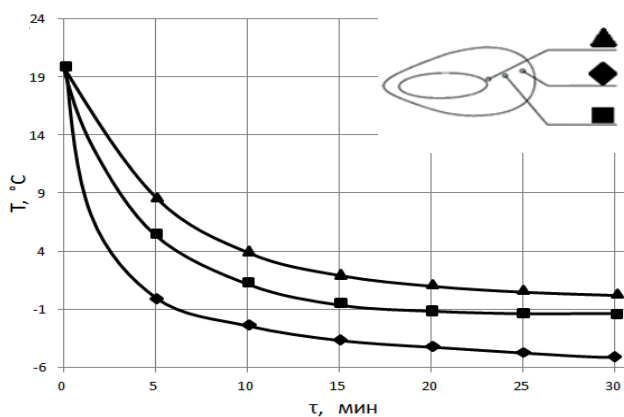


Рисунок 5. Термограмма процесса охлаждения форели снегообразным диоксидом углерода

Figure 5. Thermogram of cooling the trout with snow-like carbon dioxide

подмораживание мяса рыбы. Далее происходит снижение темпа охлаждения. Данный факт можно объяснить началом процесса фазового перехода, при котором начинается образование кристаллов льда и наблюдается скрытое выделение теплоты [15].

Охлаждение центральной части тушки происходит за счет теплопроводности через наружные слои и внутреннюю полость. Процесс аналогичен охлаждению поверхностных слоев, но разница во времени составила порядка 7 минут.

Охлаждение внутреннего слоя тушки форели происходит уже менее интенсивно, так как отсутствует непосредственный контакт с диоксидом углерода, и объясняется теорией о распространении температурного поля от поверхности к его центру [16].

Процесс изменения плотности теплового потока от наружной поверхности тушки неразделанной форели при охлаждении снегообразным CO_2 представлен в виде диаграммы на рисунке 6.

Согласно экспериментальным данным среднеинтегральный показатель плотности теплового потока

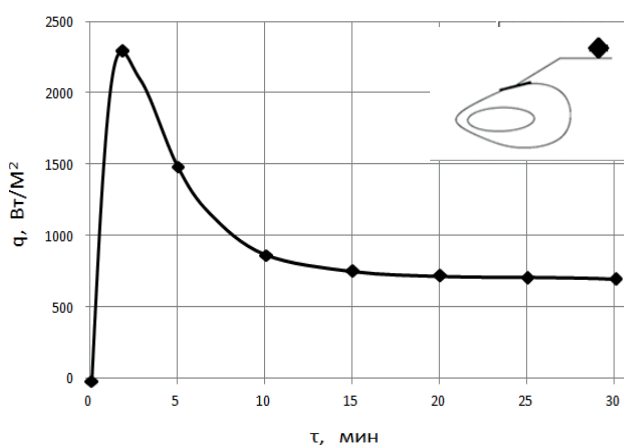


Рисунок 6. Изменение плотности теплового потока на наружной поверхности тушки форели, при охлаждении снегообразным диоксидом углерода

Figure 6. Changes in the heat flow density on the outer surface of the trout when cooled with snow-like carbon dioxide

от внешних слоев рыбы равняется $q_{cp} = 560 \text{ Вт/м}^2$. Максимальное значение плотности теплового потока составило $q_{max} = 2390 \text{ Вт/м}^2$. Данный метод холодильной обработки позволяет достичь высокой интенсивности теплообмена, так как полученные значения плотности теплового значительно выше, чем при традиционных способах охлаждения.

На начальном этапе проведения эксперимента наблюдается рост плотности теплового потока до достижения пикового значения. Затем происходит плавное снижение [17]. Данный процесс связан с тем, что в начале эксперимента температурный напор между тушкой форели и снегообразным диоксидом углерода максимален. На следующем этапе происходит постепенное снижение температуры (до 10 минуты), которое по временному промежутку совпадает с уменьшением значения теплового потока. На заключительном этапе температура стабилизируется в связи с началом процесса кристаллообразования в верхних слоях рыбы [11]. Среднеинтегральное значение коэффициента теплоотдачи составляет $\alpha_{cp} = 10,2 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, а максимальное его значение $\alpha_{max} = 32,1 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Выводы

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что с повышением концентрации снегообразного диоксида углерода снижается температура охлаждающей ледяной смеси на весь период охлаждения, что приводит к сокращению времени холодильной обработки. Но при использовании охлаждения в снегообразном диоксиде углерода наблюдается подмораживание [18].

С повышением концентрации диоксида углерода продолжительность сублимации значительно увеличивается, что при охлаждении водным льдом рыбы позволит уменьшить расход льда и соответственно электроэнергии на привод двигателя компрессора и вентилятора конденсатора холодильной установки льдогенератора, а также сократить продолжительность охлаждения форели [19].

Применение диоксида углерода в рыбоперерабатывающей промышленности позволяет эффективно его утилизировать в небольших количествах. Использование CO_2 в сочетании с водным льдом позволяет сократить расход водного льда и диоксида углерода для охлаждения рыбы, а также предотвратить подмораживание форели и уменьшить продолжительность охлаждения. Снегообразный диоксид углерода отличается высокими теплофизическими показателями. Кроме того, он не вызывает усушку продукта, предотвращает набухание и частичное просаливание продукта, вымывание органических и минеральных веществ из тканей рыбы [20]. Позволяет экономить значительную часть энергии необходимую для производства водного льда. Поэтому при производстве охлажденной рыбы данная технология будет являться наиболее эффективной.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса российской федерации на период до 2020 года. Приказ Росрыболовства от 30.03.2009 № 246 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rosrybolovstva-ot30032009-n-246-ob>. – Дата обращения: 28.02.2019.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2015/11/17/617269-dengi-uglekislui-gaz>. – Дата обращения: 25.01.2019.
3. Киселева, Е. Н. Рынок рыбы и морепродуктов / Е. Н. Киселева, О. В. Власова, Е. Б. Коннова. – М. : Вузовский учебник, 2009. – 162 с.
4. Prosekov, A. Yu. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world / A. Yu. Prosekov, S. A. Ivanova // Foods and Raw Materials. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 201–211. DOI: <https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211>.
5. Репников, Б. Т. Перспективы использования жидкого льда для производства охлажденной продукции / Б.Т. Репников. – Калининград : АтлантНИРО, 2007.
6. Тюльзнер, М. Технология рыбопереработки / М. Тюльзнер, М. Кох. – СПб. : Профессия, 2011. – 404 с.
7. Большаков, О. В. Российская отраслевая наука: современные холодильные технологии и решение проблемы здорового питания / О. В. Большаков // Холодильная техника. – 2002. – № 6. – С. 37–42.
8. Артемов, Р. В. Микробиологические исследования рыбы, охлажденной «жидким льдом» при хранении / Р. В. Артемов, Е. Н. Харенко. – Мурманск : МГТУ, 2009.
9. Репников, Б. Т. Товароведение и биохимия рыбных товаров / Б. Т. Репников. – М. : Дашков и К°, 2008. – 220 с.
10. Неверов, Е. Н. Анализ способов охлаждения неразделанной рыбы диоксидом углерода / Е. Н. Неверов // Вестник Международной академии холода. – 2018. – № 2. – С. 55–60. DOI: <https://doi.org/10.17586/1606-4313-2018-17-2-55-60>.
11. Egolf, P. W. From physical properties of ice slurries to industrial ice slurry applications / P. W. Egolf, M. Kauffeld // International Journal of Refrigeration. – 2005. – Vol. 28, № 1. – P. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2004.07.014>.
12. Неверов, Е. Н. Применение диоксида углерода для холодильной обработки рыбы / Е. Н. Неверов // Вестник Красноярского Государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 115, № 4. – С. 125–131.
13. Ballot Miguet, B. Coulis de glace a –35 °C: efficacite energetique systemes de refroidissement / B. Ballot Miguet, W. Rached // Revue general du Froid. – 2009. – Vol. 99, № 1094. – P. 45–51.
14. Simakova, I. V. Ensuring the safety of the lipid fraction of semi-finished products of a high degree of preparation from fatty fish raw materials / I. V. Simakova, T. M. Giro, A. A. Vasilyev // Foods and Raw Materials. – 2018. – Vol. 6, № 2. – P. 449–456. DOI: <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-449-456>.
15. Ишевский, А. Л. Замораживание как метод консервирования пищевых продуктов / А. Л. Ишевский, И. А. Давыдов // Теория и практика переработки мяса. – 2017. – Т. 2, № 2. – С. 43–59. DOI: <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2017-2-2-43-59>.
16. Han, J. H. Innovations in food packaging / J. H. Han. – Academic Press, 2014. – P. 345–353. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2011-0-06876-X>.
17. Research on the influence of silver clusters on decomposer microorganisms and E. Coli bacteria / A. I. Piskaeva, Yu. Yu. Sidorin, L. S. Dyshlyuk [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2014. – Vol. 2, № 1. – P. 62–66. DOI: <https://doi.org/10.12737/4136>.
18. Feasibility case study in Belarus on the feasibility of Danish recirculation technology / P. Nielsen, N. Martti, A. Roze [et al.]. – Helsinki : Finnish Game and Fisheries Research Institute, 2014. – P. 95. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1350.0882>.
19. Исследование охлажденной рыбы, обработанной ионизирующим излучением / Р. Т. Тимакова, А. С. Романова, С. Л. Тихонов [и др.] // АПК России. – 2017. – Т. 24, № 2. – С. 456–460.
20. The Method of Carbon-Dioxide Recovery in Fish-Processing Industry / E. N. Neverov, I. A. Korotkiy, P. S. Korotkih [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 224, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/224/1/012039>.


References

1. Ob utverzhenii strategii razvitiya rybokhozyaystvennogo kompleksa rossiyskoy federatsii na period do 2020 goda. Prikaz Rosrybolovstva ot 30.03.2009 № 246 [On approval of the development strategy of the fishery industry of the Russian Federation for the period up to 2020. Order № 246 of the Federal Fishery Agency, March 30, 2009] [Internet]. [cited 2019 Feb 28]. Available from: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rosrybolovstva-ot30032009-n-246-ob>.
2. [Internet]. [cited 2019 Jan 25]. Available from: <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2015/11/17/617269-dengi-uglekislui-gaz>.
3. Kiseleva EN, Vlasova OV, Konnova EB. Rynok ryby i moreproduktov [Fish and seafood market]. Moscow: Vuzovskiy Uchebnik; 2009. 162 p. (In Russ.).
4. Prosekov AYU, Ivanova SA. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world. Foods and Raw Materials. 2016;4(2):201–211. DOI: <https://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211>.
5. Repnikov BT. Perspektivy ispol'zovaniya zhidkogo l'da dlya proizvodstva okhlazhdennoy produktsii [Prospects for the use of liquid ice in the production of chilled products]. Kaliningrad: AtlantNIRO; 2007. (In Russ.).


6. Tyul'zner M, Kokh M. Tekhnologiya ryboprerabotki [Fish processing technology]. St. Petersburg: Professiya; 2011. 404 p. (In Russ.).
7. Bol'shakov OV. Rossiyskaya otraslevaya nauka: sovremennyye kholodil'nye tekhnologii i reshenie problemy zdorovogo pitaniya [Russian industry science: modern refrigeration technologies and healthy food solutions]. Kholodilnaya Tekhnika. 2002;(6):37–42. (In Russ.).
8. Artemov RV, Kharenko EN. Mikrobiologicheskie issledovaniya ryby, okhlazhdennoy 'zhidkim l'dom' pri khraneni [Microbiological studies of fish cooled with 'liquid ice' during storage]. Murmansk: Murmansk State Technical University; 2009. (In Russ.).
9. Repnikov BT. Tovarovedenie i biokhimiya rybnykh tovarov [Merchandising and biochemistry of fish products]. Moscow: Dashkov and K°; 2008. 220 p. (In Russ.).
10. Neverov EN. The technique of roundfish treatment of by carbon dioxide. Journal of International Academy of Refrigeration. 2018;(2):55–60. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17586/1606-4313-2018-17-2-55-60>.
11. Egolf PW, Kauffeld M. From physical properties of ice slurries to industrial ice slurry applications. International Journal of Refrigeration. 2005;28(1):4–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2004.07.014>.
12. Neverov EN. The use of carbon dioxide for cooling treatment of fish. The Bulletin of KrasGAU. 2016;115(4):125–131. (In Russ.).
13. Ballot Miguet B, Rached W. Coulis de glace a –35 °C: efficacite energetique systemes de refroidissement. Revue general du Froid. 2009;99(1094):45–51.
14. Simakova IV, Giro TM, Vasilyev AA. Ensuring the safety of the lipid fraction of semi-finished products of a high degree of preparation from fatty fish raw materials. Foods and Raw Materials. 2018;6(2):449–456. DOI: <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-449-456>.
15. Ishevskiy AL, Davydov IA. Freezing as a method of food preservation. Theory and practice of meat processing. 2017;2(2):43–59. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2017-2-2-43-59>.
16. Han JH. Innovations in food packaging. Academic Press; 2014. pp. 345–353. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2011-0-06876-X>.
17. Piskaeva AI, Sidorin YuYu, Dyshlyuk LS, Zhumaev YV, Prosekov AY. Research on the influence of silver clusters on decomposer microorganisms and E. Coli bacteria. Foods and Raw Materials. 2014;2(1):62–66. DOI: <https://doi.org/10.12737/4136>.
18. Nielsen P, Martti N, Roze A, Barulin N, Jokumsen A. Feasibility case study in Belarus on the feasibility of Danish recirculation technology. Helsinki: Finnish Game and Fisheries Research Institute; 2014. 95 p. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1350.0882>.
19. Timakova RT, Romanova AS, Tikhonov SL, Tikhonova NV. The examination of chilled fish treated with ionizing radiation. Agro-Industrial complex of Russia. 2017;24(2):456–460. (In Russ.).
20. Neverov EN, Korotkiy IA, Korotkih PS, Lifenceva LV. The Method of Carbon-Dioxide Recovery in Fish-Processing Industry. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019;224(1). DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/224/1/012039>.

Сведения об авторах

Неверов Евгений Николаевич


д-р техн. наук, профессор кафедры теплохладотехники, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (923) 521-53-85, e-mail: neverov42@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3542-786X>

Коротких Павел Сергеевич


ассистент кафедры теплохладотехники, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (905) 912-40-22, e-mail: korotkix42@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0002-4546-0276>

Information about the authors

Yevgeniy N. Neverov

Dr.Sci.(Ehg.), Professor of the Department of Heat Technology, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (923) 521-53-85, e-mail: neverov42@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3542-786X>

Pavel S. Korotkih

Assistant of the Department of Heat Technology, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (905) 912-40-22, e-mail: korotkix42@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0002-4546-0276>

Анализ эффективности и подбор параметров распылительной сушки гидролизатов перопуховых отходов

А. И. Пискаева^{1,*}, О. О. Бабич², Йонг Янг³

¹ ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

² ФГАОУ ВО Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,
236016, Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, 14

³ Цицикарский университет,
161006, Кунтай, Цицикар, ул. Венхуа, 42

Дата поступления в редакцию: 18.06.2019

Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: a_piskaeva@mail.ru



© А. И. Пискаева, О. О. Бабич, Йонг Янг, 2019

Аннотация. Перопуховые отходы являются наиболее перспективным источником кормового белка. Являясь компонентом кормовых добавок, перопуховое сырье представляет собой ценный источник питательных веществ из-за своего химического состава (содержанию аминокислот, сбалансированности микро- и макроэлементов). Цель работы заключалась в анализе эффективности и подборе параметров распылительной сушки гидролизатов перопуховых отходов. К числу преимуществ сухой кормовой добавки, полученной с использованием распылительной сушки, относятся: точность дозирования, компактность, удобство упаковки и транспортировки, длительность хранения и возможность целевого применения в растворенном виде. К наиболее важным показателям качества кормовой добавки относится массовая доля влаги и выход конечного продукта. Установлено, что основными параметрами распылительной сушки, влияющими на показатель массовой доли влаги и выход конечного продукта, являются температура сушки, аспирация (скорость потока воздуха) и скорость подачи раствора в установку. Авторами установлено, что температура распылительной сушки $70,0 \pm 5,0$ °C не приводит к потере части незаменимых аминокислот и образованию нежелательных веществ, что отмечено для других технологий, в которых применяется высокотемпературная обработка ($90-120 \pm 5,0$ °C) и гидролиз, что снижает биологическую ценность кормового продукта. Данная температура признана оптимальной для сушки кератиновых гидролизатов. Определено оптимальное значение параметра скорости подачи раствора. Оно составило $6,5 \pm 0,5$ мл/мин. Установлено, что оптимальным диапазоном значений скорости потока воздуха при распылительной сушке гидролизатов перопухового сырья, обеспечивающим максимальный выход готового продукта и минимальный показатель массовой доли влаги в нем, является $20,0 \pm 5,0$ м³/ч.

Ключевые слова. Кератиназа, биотехнология, утилизация пера, перопуховые отходы, распылительная сушка, кормовая добавка

Для цитирования: Пискаева, А. И. Анализ эффективности и подбор параметров распылительной сушки гидролизатов перопуховых отходов / А. И. Пискаева, О. О. Бабич, Йонг Янг // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 390–396. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-390-396>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Impact Analysis and Selection of Spray Drying Parameters for Dawn and Feather Protein Hydrolysates

A.I. Piskaeva^{1,*}, O.O. Babich², Yong Yang³

¹ Kemerovo State University,
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

² Immanuel Kant Baltic Federal University,
14, A. Nevskogo Str., Kaliningrad, 236016, Russia

³ Qiqihar University,
42, Wenhua Str., Qiqihar, 161006, China

Received: June 18, 2019

Accepted: August 30, 2019

*e-mail: a_piskaeva@mail.ru



© A.I. Piskaeva, O.O. Babich, Yong Yang, 2019

Abstract. Down and feather waste represents a promising source of feed protein. The main component of feather is protein, predominantly β -keratine. Keratin is a mechanically durable and chemically unreactive protein with cysteine, glutamine, and protein as dominating amino acids in its structure. According to the chemical composition (amino acid content, balance of micro- and macronutrients), the feather raw material is a valuable source of nutrients as a component of feed additives. The aim of this work was to analyze the efficiency and selection of parameters of spray drying of hydrolysate of feather and down waste products. Dry feed additives obtained by spray drying have a lot of advantages, such as dosing accuracy, compactness, storage time, and a possibility of targeted use in dissolved form. In addition, they are easy to package and transport. The most important quality indicators of feed additives include the mass fraction of moisture and the yield of the finished product. The main parameters of spray drying that affect the mass fraction of moisture and the yield of the final product are the drying temperature, aspiration (air flow rate), and the rate of solution feeding to the installation. According to the experiment conducted, the spray drying temperature of $70.0 \pm 5.0^\circ\text{C}$ caused no loss of essential amino acids. In addition, no undesirable substances were formed, unlike in other technologies that use high-temperature treatment ($90\text{--}120 \pm 5.0^\circ\text{C}$) and hydrolysis, which reduces the biological value of the feed product. This temperature was found optimal for keratin hydrolysates during drying. The optimal value of the parameter of the solution flow rate was 6.5 ± 0.5 ml/min. The optimal range of air flow rates during spray drying of hydrolysates of feather raw materials was 20.0 ± 5.0 m³/h. This temperature provides the maximum yield of the finished product and the minimum mass fraction of moisture.

Keywords. Keratinase, biotechnology, pen recycling, feather waste, spray drying, feed additive

For citation: Piskaeva AI, Babich OO, Yang Yong. Impact Analysis and Selection of Spray Drying Parameters for Dawn and Feather Protein Hydrolysates. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):390–396. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-390-396>.

Введение

Использование вторичных перопуховых ресурсов в не переработанном виде приводит к потере до 40 % ценных питательных веществ. Более 70 % ресурсов скормливается животным в первоначальном виде. Только 15–20 % подвергаются промышленной переработке, что приводит к выработке около 1,0 млн. т продукции в год [1]. Из-за нерационального и недостаточного использования вторичных сырьевых ресурсов теряется большое количество содержащихся в них ценных веществ [2].

Перспективным является биотехнологический способ переработки, основанный на способности микроорганизмов использовать перо и пух в качестве основного субстрата [3]. Способ представляет собой инновационную альтернативу классическим способам утилизации кератинсодержащих отходов.

Известно, что кератинолитические актиномицеты выделялись из нативных субстратов, таких как почва, водоемы, а также из тел животных: *Streptomyces rimosus*, *S. griseus*, *S. roseochromogenes*, *S. praecox*, *S. parvus*, *S. scabies*, *S. griseoluteus*, *Nocardiarubra*, *S. microflavus*, *S. globisporus vulgaris* [4–6]. Кератинолитическая активность установлена для почвенных грибов: *Penicillium rubrum*, *Penicillium lilacium*, *Fusarium nivale*. Это кератинофильные грибы, использующие кератин в качестве источника питательных веществ и энергии [4, 7]. Известны культуры *Candida albicans*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Fusiformis nodosus*, *Trichophyton schoenleinii*, *Trichophyton rubrum*, которые выделяют ферменты, расщепляющие кератин [8]. Выявлено активное использование кератинсодержащего материала фенотипами *Trichophyton terrestris*. Ряд исследований по выделению кератиназы проведен с *Trichophyton mentagrophytes* [9, 10]. Кератинолитическая активность наблюдается у ряда других стрептомицетов (*Streptomyces Sp.A11*, *Streptomyces pactum* DSM 40530, *Streptomyces fradiae*, *Streptomyces sp. S. K1-02*, *Streptomyces chromogenes s. graecus* ЛИА 0832, *Streptomyces lavendulae* ВКПМ s-910) [11]. Бактерии

рода *Bacillus* способны продуцировать кератинолитические ферменты в постэкспоненциальном и стационарном периодах роста. Секреция кератинолитических ферментов сильно зависит от наличия в питательной среде необходимых компонентов и от соотношения источников азота и углерода, а также присутствия легко метаболизируемых сахаров (глюкозы, лактозы или мальтозы) [5, 12, 13].

Однако лишь незначительную часть микроорганизмов, использующих кератин в качестве единственного источника углерода, азота, серы и энергии, можно использовать для обеспечения безопасного процесса биоконверсии кератинсодержащих отходов в полезные конечные продукты.

Авторами собран консорциум кератинолитических микроорганизмов, состоящий из штаммов: *Bacillus licheniformis* B-740, *Bacillus pumilus* B-508, *Bacillus subtilis* ATCC 6051, *Streptomyces albidoflavus* ATCC 25422. Исследование кератинолитических микроорганизмов и их ферментов представляет собой актуальное направление научных изысканий, подразумевающих как фундаментальный аспект, так и значительный биотехнологический потенциал. Кормовые добавки, полученные биотехнологическими способами, в прикладном значении – это наиболее перспективные источники аминокислот. Это делает их привлекательным объектом для будущих исследований.

Одним из основных этапов при производстве кормов и кормовых добавок для сельскохозяйственных животных и птиц является их обезвоживание (сушка).

Среди применяемых сегодня инженерных решений и процессов для получения сухих кормов распылительная сушка обладает явными преимуществами: – непродолжительным временем воздействия греющего агента на продукт (не более 20 мс) и контролем температуры на выходе, что позволяет избежать процесса термического горения с образованием токсичных веществ;

– наличием фильтра, улавливающего мельчайшие частицы высушенного продукта. Это позволяет избежать наличия кормовой взвеси в воздухе помещения;

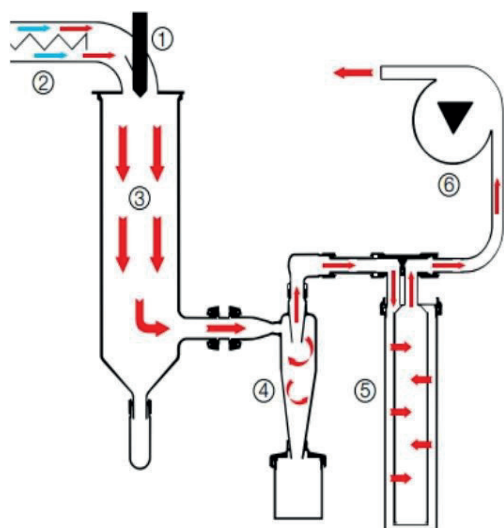


Рисунок 1. Схема установки распылительной сушики:
1 – распыляющая форсунка; 2 – нагреватель Fuzzy-logic;
3 – сушильная камера; 4 – циклон; 5 – выходной фильтр;
6 – потоковый аспиратор

Figure 1. Scheme of the spray drying unit: 1 – spray nozzle;
2 – Fuzzy-logic heater; 3 – drying chamber; 4 – cyclone;
5 – output filter; 6 – stream aspirator

– отсутствием катализаторов и стабилизаторов процесса сушки. Это непосредственно влияет на качественный состав кормовой добавки;

– возможностью инактивации протеолитических ферментов в мягких условиях без добавления химических агентов.

К числу преимуществ сухой кормовой добавки, полученной с использованием распылительной сушики, относятся: точность дозирования, компактность, удобство упаковки и транспортировки, длительность хранения и возможность целевого применения в растворенном виде.

Таким образом, распылительную сушику целесообразно использовать для обеспечения процесса переработки перопуховых отходов в кормовые добавки.

Цель работы заключалась в анализе эффективности и подборе параметров распылительной сушики гидролизатов перопуховых отходов.

Объекты и методы исследования

Сушку растворов вели на установке распылительной сушики, модель Mini Spray Dryer B-290 (Buchi, Швейцария), с возможностью регулировки скорости рабочего раствора и распыляющего потока газа. Установка позволяет получать готовый продукт с размером частиц 1–25 мкм. Материалы, вступающие в контакт с продуктом: кислотоустойчивая нержавеющая сталь, боросиликатное стекло, силикон. Схема установки приведена на рисунке 1.

Нагрев газа, который подается в корпус сушилки и двухпоточной форсунки (1), производит микропроцессорная автоматика Fuzzy-logic (2), оснащенная цифровым дисплеем и температурным датчиком PT 100, обеспечивающим надежность и точность при изменении температурного параметра. Исходный

раствор пропускается через форсунку, которая распыляет его на мельчайшие капли. Затем капли попадают в сушильную камеру (3), где непосредственно протекает процесс распылительной сушки.

Частицы сухого продукта, подхваченные потоком газа, переносятся в циклон (4) для осуществления их разделения под действием собственной силы тяжести. Распылительная сушилка оснащена текстильным выходным фильтром (5), который удерживает мелкие частицы, а также оборудована аспиратором (6) для создания потока воздуха во всей установке.

Основными параметрами, влияющими на показатель массовой доли влаги, размер частиц и выход конечного продукта, согласно технической документации к установке распылительной сушики Mini Spray Dryer B-290 (BUCHI Labortechnik AG, Швейцария), являются температура сушки, аспирация (скорость потока воздуха) и скорость подачи раствора в установку. В соответствии с этим варьировали данные параметры при сушке гидролизатов кератина.

Размер частиц определяли микроскопированием образцов высушенных гидролизатов с применением микроскопа AxioVert.A1 (Carl Zeiss AG, Германия).

Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 13496.3-92 «Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги».

При изучении состава и свойств кормовой добавки определяли органолептические, физико-химические и микробиологические показатели, токсичные элементы, а также аминокислотный состав.

Определение внешнего вида, цвета и запаха проводили органолептически: образец кормовой добавки массой 100 г помещали на лист белой бумаги, имеющий гладкую и чистую поверхность, тщательно перемешивали, после чего разравнивали тонким слоем на поверхности бумаги. Определяли запах, внешний вид и цвет, рассматривая при естественном освещении.

Определение крупности кормовой добавки производили следующим образом: отбирали образец массой 100 г и помещали его на лабораторное сито для отсева, плотно закрыв крышкой и установив на рассеивочной платформе. Просеивание вели в течение 10 мин, скорость 200–210 колебаний/мин. После просеивания остаток взвешивали. Погрешность не более 0,1 г.

Массовую долю остатка на сите в процентах вычисляли по формуле:

$$X = \frac{m_1}{m} \times 100$$

где m – масса навески анализируемого продукта, г;
 m_1 – масса остатка на сите, г.

Микробиологические показатели определяли по ГОСТ 25311-82 «Мука кормовая животного происхождения. Методы бактериологического анализа» и «Правилам бактериологического исследования кормов» (утв. ГУВ МСХ СССР 10.06.1975г.)

Содержание токсичных элементов определяли по ГОСТ 30692-2000 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия».

Математическую обработку результатов проведенных исследований проводили с использованием метода регрессионного анализа и применением полнофакторного планирования, градиентного метода, метода наименьших квадратов и линейного программирования. Графические зависимости, представленные на рисунках экспериментальной части работы, приведены после обработки результатов исследований по методу наименьших квадратов и реализованы в Microsoft Excel и MatLAB 6.5.

Результаты и их обсуждение

К наиболее важным показателям качества кормовой добавки относится массовая доля влаги. Количество влаги определяет такой показатель, как энергетическая ценность продукта. Чем больше значение массовой доли влаги, тем ниже содержание полезных сухих веществ, таких как белки, жиры, углеводы и др. в единице массы продукта. В тесной связи с показателем массовой доли влаги находится устойчивость продукта в процессе хранения и транспортировки, а также его пригодность для дальнейшей переработки. Это связано с тем, что избыточная влага является катализатором различных ферментативных и химических реакций, протекающих в продукте, а также приводит к активизации деятельности микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов, в частности плесневение. Вышесказанное определяет важность контроля данного показателя в процессе сушки гидролизатов. Помимо массовой доли влаги исследовали зависимость выхода конечного продукта от параметров распылительной суши. Под выходом продукта понимают количество готового продукта в процентах от массовой доли сухих веществ в исходном растворе.

Основными параметрами, влияющими на показатель массовой доли влаги и выход конечного продукта, являются температура сушки, аспирация

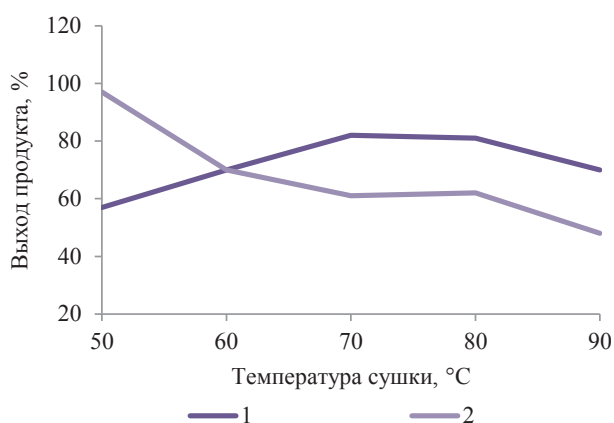


Рисунок 2. Зависимости массовой доли влаги и выхода продукта от температуры сушки гидролизатов: 1 – выход продукта; 2 – массовая доля влаги, $P < 0,05$

Figure 2. Effect of the drying temperature of hydrolysates on the mass fraction of moisture and product yield: 1 – product yield; 2 – mass fraction of moisture, $P < 0.05$



Рисунок 3. Зависимости массовой доли влаги, выхода продукта и размера частиц гидролизата от скорости подачи раствора в установку: 1 – выход продукта; 2 – массовая доля влаги; 3 – размер частиц, $P < 0,05$

Figure 3. Effect of the solution feeding on the mass fraction of moisture, product yield, and size of hydrolysate particles: 1 – product yield; 2 – mass fraction of moisture; 3 – particle size, $P < 0.05$

(скорость потока воздуха) и скорость подачи раствора в установку. На рисунке 2 представлены эмпирические зависимости выхода конечного продукта и массовой доли влаги от температуры сушки.

В комбикормах содержание влаги не должно превышать 14,5–15,0 %, в белково-витаминно-минеральных кормовых добавках – 14,0 % [14].

Из рисунка 2 видно, что выход готового продукта максимален в интервале температур 70–80 °С, а массовая доля влаги соответствует требованиям нормативной документации в интервале 33–60 °С.

Следовательно, оптимальным значением температуры для сушки гидролизатов перопуховых отходов является интервал 60–90 °С. Однако в промежутке 80–90 °С отмечено уменьшение выхода готового

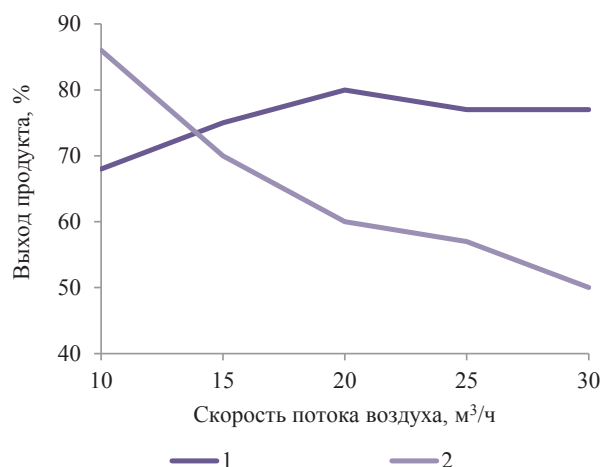


Рисунок 4. Зависимости массовой доли влаги и выхода продукта от скорости потока воздуха: 1 – выход продукта; 2 – массовая доля влаги, $P < 0,05$

Figure 4. Effect of the air flow rate on the mass fraction of moisture and product yield: 1 – product yield; 2 – mass fraction of moisture, $P < 0.05$

Таблица 1. Параметры распылительной сушки гидролизатов*

Table 1. Parameters of spray drying hydrolysates

Наименование параметра	Оптимальное значение	Нормируемый показатель		
		Массовая доля влаги, %	Размер частиц, мкм	Выход продукта, %
Температура сушки, °С	70,0 ± 5,0	10,0 ± 0,5	–	81,0 ± 0,5
Скорость подачи раствора в установку, мл/мин	6,5 ± 0,5	10,0 ± 0,5	5–10 ± 2,5	81,0 ± 0,5
Скорость потока воздуха, м³/ч	20,0 ± 5,0	6,5 ± 3,5	–	77,0 ± 5,0

* среднее значение для трех наблюдений, $P < 0,05$;

* average value after three tests, $P < 0.05$.

продукта из-за налипания частиц на стенки сушильной башни. Исходя из вышесказанного, рациональным считали использовать $t = 70,0 \pm 5,0$ °С. Температура $70,0 \pm 5,0$ °С не приводит к потере части незаменимых аминокислот и образованию нежелательных веществ, что отмечено для других технологий, в которых применяется высокотемпературная обработка ($90\text{--}120 \pm 5,0$ °С) и гидролиз, что снижает биологическую ценность кормового продукта [19].

Еще одним показателем, определяющим качество кормов и кормовых добавок, является размер частиц. При распылительной сушке на размер частиц существенное влияние оказывает скорость подачи раствора в установку. На рисунке 3 представлены эмпирические зависимости выхода конечного продукта, массовой доли влаги и размера частиц от скорости подачи раствора.

В соответствии с данными, представленными на рисунке 3, выход готового продукта максимален при значениях скорости подачи раствора в установку 6–8 мл/мин. Массовая доля влаги находится в пределах нормы (14,5–15,0 %) при значениях скорости подачи раствора в установку 5–8 мл/мин.

В соответствии с требованиями нормативной документации размер частиц в кормах и кормовых добавках для цыплят-бройлеров – 3 мм (не более 15 %, выше не допускается). Следовательно, при значениях скорости подачи раствора в установку 5–11 мл/мин размер частиц соответствует требованиям нормативной документации. Таким образом, оптимальным значением параметра скорости подачи раствора является $6,5 \pm 0,5$ мл/мин.

На рисунке 4 представлены эмпирические зависимости массовой доли влаги и выхода продукта от скорости потока воздуха.

В соответствии с рисунком 4 установлено, что оптимальным диапазоном значений скорости потока воздуха при распылительной сушке гидролизатов перопухового сырья, обеспечивающим максимальный выход готового продукта и минимальный показатель массовой доли влаги в нем, является $20,0 \pm 5,0$ м³/ч.

В таблице 1 сведены подобранные параметры распылительной сушки перопуховых гидролизатов, полученных с применением разработанного на предыдущих этапах консорциума микроорганизмов.

Выводы

Подобраны параметры распылительной сушки гидролизатов: температура $70,0 \pm 0,5$ °С; скорость подачи раствора в установку $6,5 \pm 0,5$ мл/мин; скорость потока воздуха $20,0 \pm 5,0$ м³/ч.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследования поддержаны Стипендией Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам (Конкурс СП-2018) по теме «Разработка энергоэффективной экологически чистой технологии переработки вторичного сырья птицефабрик с получение безопасных кормовых продуктов».

Список литературы

1. Биохимические характеристики ферментативного гидролиза кератинсодержащего сырья птицеперерабатывающей промышленности / Л. В. Антипова, Ч. Ю. Шамханов, О. С. Осминин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2003. – Т. 276–277, № 5–6. – С. 59–64.
2. Горбачева, М. В. Исследование некоторых товарных свойств пера страуса / М. В. Горбачева, А. И. Сапожникова // Птица и птицепродукты. – 2010. – № 2. – С. 45–47.
3. Costa, J. C. Effects of pre-treatment and bioaugmentation strategies on the anaerobic digestion of chicken feathers / J. C. Costa, S. G. Barbosa, D. Z. Sousa // Bioresource technology. – 2012. – Vol. 120. – P. 114–119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.06.047>.
4. Influence of cultivating conditions on the alpha-galactosidase biosynthesis from a novel strain of *Penicillium* sp. in solid-state fermentation / C. L. Wang, D. F. Li, W. Q. Lu [et al.] // Letters in Applied Microbiology. – 2004. – Vol. 39, № 4. – P. 369–375. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2004.01594.x>.
5. Wawrzekiewicz, K. Intracellular keratinase of *Trichophyton gallinae* / K. Wawrzekiewicz, J. Lobarzewski, T. Wolski // Medical Mycology. – 1987. – Vol. 25, № 4. – P. 261–268. DOI: <https://doi.org/10.1080/02681218780000601>.

6. Evaluation of a Bacterial Feather Fermentation Product, Feather-Lysate, as a Feed Protein / C. M. Williams, C. G. Lee, J. D. Garlich [et al.] // Poultry Science. – 1991. – Vol. 70, № 1. – P. 85–94. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.0700085>.
7. Isolation, identification, and characterization of a feather-degrading bacterium / C. M. Williams, C. S. Richter, J. M. Mackenzie [et al.] // Applied and Environmental Microbiology. – 1990. – Vol. 56, № 6. – P. 1509–1515.
8. Yang, Y. Utilizing discarded plastic bags as matrix material for composites reinforced with chicken feathers / Y. Yang, N. Reddy // Journal of Applied Polymer Science. – 2013. – Vol. 130, № 1. – P. 307–312. DOI: <https://doi.org/10.1002/app.39173>.
9. Sustainable and practical utilization of feather keratin by an innovative physicochemical pretreatment: high density steam flash-explosion / W. Zhao, R. Yang, Y. Zhang [et al.] / Green chemistry. – 2012. – Vol. 14, № 12. – P. 3352–3360. DOI: <https://doi.org/10.1039/c2gc36243k>.
10. Identification and characterization of a novel antioxidant peptide from feather keratin hydrolysates / M.-Y. Wan, G. Dong, B.-Q. Yang [et al.] // Biotechnology Letters. – 2016. – Vol. 38, № 4. – P. 643–649. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10529-015-2016-9>.
11. Diversity of Bacterial Isolates from Commercial and Homemade Composts / I. Vaz-Moreira, M. E. Silva, C. M. Manaia [et al.] // Microbial Ecology. – 2008. – Vol. 55, № 4. – P. 714–722. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00248-007-9314-2>.
12. Park, G.-T. Keratinolytic activity of *Bacillus megaterium* F7-1, a feather-degrading mesophilic bacterium / G.-T. Park, H.-J. Son // Microbiological Research. – 2009. – Vol. 164, № 4. – P. 478–485. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2007.02.004>.
13. Identification and characterisation of a *Bacillus licheniformis* strain with profound keratinase activity for degradation of melanised feather / E. A. Okoroma, H. Garelick, O. O. Abiola [et al.] // International Biodeterioration and Biodegradation. – 2012. – Vol. 74. – P. 54–60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.07.013>.
14. ГОСТ Р ИСО 16634-1-2011. Продукты пищевые. Определение общего содержания азота путем сжигания по методу Дюма и расчет содержания сырого протеина. Часть 1. Масличные культуры и корма для животных. – М. : Стандартинформ, 2013. – 24 с.
15. Blake, J. P. Dry extrusion of poultry processing plant wastes and poultry farm mortalities / J. P. Blake, M. E. Cook, C. C. Miller // Sixth International Symposium on Agricultural and Food Processing Wastes. – St. Joseph, 1990. – P. 123–125.
16. Block, R. J. The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value / R. J. Block, H. H. Mitchell // Nutrition Abstracts and Reviews. – 1946. – Vol. 16. – P. 249–278.
17. Хорошевская, Л. В. Инновационные подходы к использованию биологически активных препаратов в бройлерном птицеводстве / Л. В. Хорошевская, А. П. Хорошевский, О. В. Ларичев [и др.] // Материалы VI международного ветеринарного конгресса. – М., 2010. – С. 142–145.
18. Эрнст, Л. К. Переработка отходов животноводства и птицеводства / Л. К. Эрнст, Ф. К. Злочевский, Г. С. Ерастов // Животноводство России. – 2004. – № 5. – С. 23–24.

References

1. Antipova LV, Shamkhanov ChYu, Osminin OS, Pozhalova IA. Biokhimicheskie kharakteristiki fermentativnogo gidroliza keratinsoderzhashchego syr'ya ptitsepererabatyvayushchey promyshlennosti [Biochemical characteristics of enzymatic hydrolysis of keratin-containing raw materials in the poultry industry]. News institutes of higher Education. Food technology. 2003;276–277(5–6):59–64. (In Russ.).
2. Gorbacheva MV, Sapozhnikova AI. Research of Some Commodity Characteristics of Ostrich Feathers. Poultry and Poultry Processing. 2010;(2):45–47. (In Russ.).
3. Costa JC, Barbosa SG, Sousa DZ. Effects of pre-treatment and bioaugmentation strategies on the anaerobic digestion of chicken feathers. Bioresource technology. 2012;120:114–119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.06.047>.
4. Wang CL, Li DF, Lu WQ, Wang YH, Lai CH. Influence of cultivating conditions on the alpha-galactosidase biosynthesis from a novel strain of *Penicillium* sp. in solid-state fermentation. Letters in Applied Microbiology. 2004;39(4):369–375. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2004.01594.x>.
5. Wawrzekiewicz K, Lobarzewski J, Wolski T. Intracellular keratinase of *Trichophyton gallinae*. Medical Mycology. 1987;25(4):261–268. DOI: <https://doi.org/10.1080/02681218780000601>.
6. Williams CM, Lee CG, Garlich JD, Shih JCH. Evaluation of a Bacterial Feather Fermentation Product, Feather-Lysate, as a Feed Protein. Poultry Science. 1991;70(1):85–94. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.0700085>.
7. Williams CM, Richter CS, Mackenzie JM, Shih JCH. Isolation, identification, and characterization of a feather-degrading bacterium. Applied and Environmental Microbiology. 1990;56(6):1509–1515.
8. Yang Y, Reddy N. Utilizing discarded plastic bags as matrix material for composites reinforced with chicken feathers. Journal of Applied Polymer Science. 2013;130(1):307–312. DOI: <https://doi.org/10.1002/app.39173>.
9. Zhao W, Yang R, Zhang Y, Wu L. Sustainable and practical utilization of feather keratin by an innovative physicochemical pretreatment: high density steam flash-explosion. Green chemistry. 2012;14(12):3352–3360. DOI: <https://doi.org/10.1039/c2gc36243k>.
10. Wan M-Y, Dong G, Yang B-Q, Feng H. Identification and characterization of a novel antioxidant peptide from feather keratin hydrolysates. Biotechnology Letters. 2016;38(4):643–649. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10529-015-2016-9>.
11. Vaz-Moreira I, Silva ME, Manaia CM, Nunes OC. Diversity of Bacterial Isolates from Commercial and Homemade Composts. Microbial Ecology. 2008;55(4):714–722. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00248-007-9314-2>.

12. Park G-T, Son H-J. Keratinolytic activity of *Bacillus megaterium* F7-1, a feather-degrading mesophilic bacterium. *Microbiological Research*. 2009;164(4):478–485. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2007.02.004>.
13. Okoroma EA, Garelick H, Abiola OO, Purchase D. Identification and characterisation of a *Bacillus licheniformis* strain with profound keratinase activity for degradation of melanised feather. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 2012;74:54–60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.07.013>.
14. State Standard R ISO 16634-1-2011. Food products. Determination of the total nitrogen content by combustion according to the Dumas principle and calculation of the crude protein content. Part 1. Oilseeds and animal feeding stuffs. Moscow: Standartinform; 2013. 24 p.
15. Blake JP, Cook ME, Miller CC. Dry extrusion of poultry processing plant wastes and poultry farm mortalities. Sixth International Symposium on Agricultural and Food Processing Wastes; 1990; Chicago. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers; 1990. pp. 123–125.
16. Block RJ, Mitchell HH. The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value. *Nutrition Abstracts and Reviews*. 1946;16:249–278.
17. Khoroshevskaya LV, Khoroshevskiy AP, Larichev OV, Maslovskiy KS, Kozlova MN. Innovatsionnye podkhody k ispol'zovaniyu biologicheskii aktivnykh preparatov v broylernom pitsevodstve [Innovative approaches to the use of biologically active drugs in broiler poultry farming]. *Materialy VI mezhdunarodnogo veterinarnogo kongressa* [Proceedings of the VI International Veterinary Congress]; 2010; Moscow. Moscow: Russian Poultry Union; 2010. pp. 142–145. (In Russ.).
18. Ehrnst LK, Zlochevskiy FK, Erastov GS. Pererabotka otkhodov zhivotnovodstva i pitsevodstva [Processing of animal and poultry waste]. *Zhivotnovodstvo Rossii* [Animal Husbandry of Russia]. 2004;(5):23–24. (In Russ.).


Сведения об авторах

Пискаева Анастасия Игоревна

научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (923) 606-33-73, e-mail: a_piskaeva@mail.ru

Бабич Ольга Олеговна

д-р техн. наук, профессор, директор Института живых систем, ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», 236016, Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, 14, тел.: +7 (4012) 59-55-95, e-mail: olich.43@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4921-8997>

Янг Йонг

профессор колледжа пищевой промышленности и биоинженерии, Цицикарский университет, 161006, Китай, Цицикар, ул. Венхуа, 42, тел.: +7 (613) 020-002-853, e-mail: yangyong7904@163.com


Information about the authors

Anastasia I. Piskaeva

Researcher, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (923) 606-33-73, e-mail: a_piskaeva@mail.ru

Olga O. Babich

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Director of the Institute of living systems, Immanuel Kant Baltic Federal University, 14, A. Nevskogo Str., Kaliningrad, 236016, Russia, phone: +7 (4012) 59-55-95, e-mail: olich.43@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-4921-8997>

Yong Yang

Professor of the College of Food and Bioengineering, Qiqihar University, 42, Wenhua Str., Qiqihar, 161006, China, phone: +7 (613) 020-002-853, e-mail: yangyong7904@163.com

К вопросу оценки факторов сохранности пряников с фруктовой начинкой

Н. Б. Кондратьев*^{ORCID}, К. В. Федорко^{ORCID}, Э. Н. Крылова^{ORCID}, М. А. Пестерев^{ORCID},
М. В. Осипов^{ORCID}

Всероссийский научно-исследовательский институт
кондитерской промышленности,
107023, Россия, г. Москва, ул. Электрозаводская, 20

Дата поступления в редакцию: 07.05.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: conditerprom@mail.ru



© Н. Б. Кондратьев, К. В. Федорко, Э. Н. Крылова, М. А. Пестерев, М. В. Осипов, 2019

Аннотация. Пряники с фруктовой начинкой являются типичным представителем мучных кондитерских изделий с промежуточной влажностью, для которых при хранении характерны процессы влагопереноса. Температура, относительная влажность окружающего воздуха, освещенность, механическое воздействие и давление относятся к факторам окружающей среды, влияющим на скорость процессов порчи кондитерских изделий. Увеличение срока годности сырцовых пряников от 10–20 суток до двух месяцев и более привело к появлению проблемы микробиологической порчи в процессе их хранения. Проведены исследования изменений массовой доли влаги и активности воды отдельных частей сырцовых пряников с фруктовой начинкой в процессе хранения при различной температуре и относительной влажности окружающего воздуха. Установлено увеличение активности воды от 0,71 до 0,79 поверхностного слоя пряников после 6 недель хранения при температуре 30 °С и равновесной относительной влажности окружающего воздуха 40 %. Исследования микробиологических показателей установили отсутствие плесеней в свежеприготовленных пряниках, а после одного месяца хранения их содержание увеличилось до 10 КОЕ/г. Содержание КМАФАнМ в различных частях выпеченного полуфабриката за этот период хранения пряников с фруктовой начинкой увеличилось от 3×10 до 9×10^2 КОЕ/г, а в начинке от 1×10 до $2,3 \times 10^3$ КОЕ/г. После двух месяцев хранения содержание плесеней увеличилось и составило более 10^3 КОЕ/г, что значительно превышает их безопасный допустимый уровень. При повышении относительной влажности окружающего воздуха от 30 % до 40 % произошло уменьшение скорости влагопереноса между изделиями и окружающей средой приблизительно в два раза, что привело к уменьшению срока годности на 1–2 недели. Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологии и прогнозирование срока годности мучных кондитерских изделий с промежуточной влажностью, состоящих из двух и более полуфабрикатов.

Ключевые слова. Пряники, плесневение, температура, влажность, влагоперенос, градиент, активность воды, хранение, срок годности

Для цитирования: К вопросу оценки факторов сохранности пряников с фруктовой начинкой / Н. Б. Кондратьев, К. В. Федорко, Э. Н. Крылова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 397–405. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-397-405>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Gingerbread with Fruit Filling: Preservation Factor Assessment

N.B. Kondratyev*^{ORCID}, K.V. Fedorko^{ORCID}, E.N. Krylova^{ORCID}, M.A. Pesterev^{ORCID}, M.V. Osipov^{ORCID}

All-Russia Research Institute of the confectionery industry,
20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023

Received: May 07, 2019
Accepted: August 30, 2019

*e-mail: conditerprom@mail.ru



© N.B. Kondratyev, K.V. Fedorko, E.N. Krylova, M.A. Pesterev, M.V. Osipov, 2019

Abstract. The ratio of ‘bound’ and ‘free’ water plays an important role in the studies of staling of various baked confectionery products. Gingerbread with fruit filling is a traditional flour confectionery product with intermediate moisture, which causes transfer processes during storage. Temperature, relative humidity, light exposure, mechanical stress, and pressure affect the staling speed of such confectionery products. The shelf life of raw gingerbread was increased from 10–20 days to more than two months, which caused microbiological deterioration during storage. Moisture transfer between the filling and the crumb increases water activity and ruins the capillary structure of gingerbread during storage, thus significantly increasing the risk of microbiological damage. The present research featured the changes in the mass fraction of moisture and water activity of individual parts of raw gingerbread with fruit filling during storage at different temperatures and relative air humidity. The samples were packed in a 40-micron polypropylene

film. During storage, the mass fraction of moisture and water activity may change in various parts of the product, which can lead to their molding. In this case, starch degradation processes led to the destruction of the structure and a decrease in the content of mechanically-bound moisture, as well as to the release of 'free' water and an increase in water activity. As a result, the risk of molding increased significantly. The water activity increased from 0.71 to 0.79 on the sample surface after six weeks of storage at 30°C and a 40% of equilibrium relative humidity. A set of experiments in microbiological indicators revealed no signs of molding in the freshly prepared samples. After one month of storage, the amount of mold reached 10 CFU/g. The quantity of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in different parts of the crumb increased from 3×10 to 9×10^2 CFU/g and in the filling – from 1×10 to 2.3×10^3 CFU/g. After two months of storage, the amount of mold reached more than 10^3 COE/g, which greatly exceeds safety norms. As the relative air humidity increased from 30% to 40%, the moisture transfer rate between the products and the environment was reduced by half. As a result, the shelf life decreased by 1–2 weeks. The research also studied the patterns of moisture transfer processes in summer and winter conditions. The research results contribute to the development of technology and shelf life forecasting for complex flour confectionery products with intermediate moisture.

Keywords. Gingerbread, molding, temperature, humidity, moisture transfer, gradient, water activity, storage, shelf life

For citation: Kondratyev NB, Fedorko KV, Krylova EN, Pesterev MA, Osipov MV. Gingerbread with Fruit Filling: Preservation Factor Assessment. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):397–405. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-397-405>.

Введение

Решение задачи обоснования оптимальных сроков годности пряников с фруктовой начинкой требует изучения совокупности процессов, протекающих в сырье, полуфабрикатах и изделиях при их хранении. Выявление сущности этих процессов позволит воздействовать на определенные стадии технологических процессов для повышения сохранности кондитерских изделий. Известно, что все процессы, происходящие с кондитерскими изделиями при их длительном хранении, связаны с окислительными, микробиологическими и физическими изменениями. Пряники относятся к кондитерским изделиям с промежуточной влажностью (10–20 %), которые при хранении подвержены черствению [1]. Черствение пряников обусловлено уменьшением массовой доли влаги, соотношением «свободной» и «связанной» влаги.

При хранении пряников содержание плесеней увеличивается из-за изменения соотношения «свободной» и «связанной» воды [2]. Такие изменения зависят от многих факторов, среди которых наибольшее влияние имеют массовая доля влаги, наличие влагоудерживающих добавок, внутренняя структура, характеризующаяся, в соответствии с ГОСТ 15810-2014, показателями «плотность» и «намокаемость», которые зависят от размеров пор и влажности, обусловленных технологическими параметрами производства [3]. Молекулы влаги удерживаются в пряниках химическими, физико-химическими и механическими связями. Это приводит к уменьшению активности воды. Риск микробиологической порчи изделий уменьшается.

Активность воды – термодинамическое свойство, определяемое как отношение давления пара воды в пищевой системе к давлению пара чистой воды при той же самой температуре, или как равновесная относительная влажность воздуха, окружающего систему при той же самой температуре.

К факторам окружающей среды, влияющим на скорость процессов порчи изделий, относятся температура, относительная влажность, освещенность, механическое напряжение и давление [4].

Нами установлено, что при повышении температуры хранения с 20 °С до 30 °С скорость

влагопереноса увеличивается в несколько раз. За 7 суток хранения сахарного печенья при температуре 20 °С массовая доля влаги уменьшилась с 7,5 % до 7,4 %, то есть всего на 0,1 %. Увеличение температуры хранения до 30 °С привело к уменьшению массовой доли влаги печенья до 5,9 %, то есть на 1,6 % [5].

Направление процессов влагопереноса зависит от активности воды и содержания влаги в отдельных частях изделия, свойств упаковки и относительной влажности окружающей среды [6–8]. Показано, что при обеспечении содержания влаги в пряниках ниже 12–15 % (что соответствует 60–64 % относительной влажности окружающего воздуха) можно обеспечить длительный срок хранения этих продуктов при температуре 15–20 °С [9–11]. При такой относительной влажности окружающего воздуха можно прогнозировать низкую скорость процессов влагопереноса и высокий срок годности пряников с учетом понижения микробиологических факторов риска.

В соответствии с ранее действовавшим ГОСТ 15810-96 «Изделия кондитерские пряничные. Общие технические условия» пряничные изделия должны храниться в сухих, чистых, хорошо проветриваемых складах, не зараженных вредителями хлебных запасов, при температуре 18 ± 5 °С и относительной влажности воздуха не более 75 %. При этом массовая доля влаги не регламентировалась. Сроки хранения пряничных изделий при указанных условиях хранения и транспортирования со дня изготовления устанавливали не более: 20 суток – для сырьевых неглазированных (кроме мятных) пряников и коврижек; 10 суток – для сырьевых и заварных пряников типа мятных в летнее время; 15 суток – для сырьевых и заварных пряников типа мятных в зимнее время.

Такие сроки годности не удовлетворяют требованиям торговых сетей. Поэтому производятся пряники со сроками годности 30, 60, 90 и более суток. Увеличение срока годности достигается различными способами, в том числе использованием соответствующей упаковки, изменением рецептурного состава, повышением требований к используемому сырью, изменением условий хранения [12, 13].

Действующий в настоящее время ГОСТ 15810-2014 «Изделия кондитерские. Изделия пряничные.

Общие технические условия» регламентирует диапазон массовой доли влаги сырцовых пряников от 11,0 до 16,0 %. Срок годности и условия хранения пряничных изделий устанавливает изготовитель.

В соответствии с классификацией П. А. Ребиндера существуют три основные формы связи молекул воды: химическая, физико-химическая и механическая. Каждая форма связи характеризуется энергией связи обезвоживания.

Химически связанная влага наиболее прочная и представляет собой воду гидратов в составе гидроксильных групп и воду молекулярных соединений в виде кристаллогидратов. Молекулы воды взаимодействуют с определенными участками молекул различных пищевых систем. Возможно сильное «связывание» молекул воды и растворенного вещества (сахар, глюкоза, фруктоза, глицерин и др.) [14].

Физико-химические связи имеют несколько форм. Адсорбционно-связанная влага обусловлена взаимодействием молекул адсорбента и молекул воды и удерживается у поверхности раздела коллоидных частиц с окружающей средой. Обладая большой поверхностью, коллоидные структуры имеют высокую адсорбционную способность [15]. Основная масса влаги удерживается адсорбционными связями воды, вызванными гидратацией белковых веществ, крахмалом, сахарами. Осмотически связанная влага диффундирует внутрь тела в виде жидкости через стенки клеток благодаря разности концентраций внутри и вне клеток. Ей соответствует малая энергия связи. Влага присоединяется без выделения теплоты и сжатия пищевой системы. Осмотическое поглощение воды характерно для белковых веществ и пептозанов, а при температуре свыше 65 °С также и для крахмала [16, 17].

К механической (капиллярно-связанной) влаге относится влага микрокапилляров, средний радиус которых составляет 0,1 мкм и менее. Молекулы воды, находящиеся в крупных капиллярах пищевых продуктов, доступны в качестве реагента и растворителя для физико-химических и биохимических реакций. При уменьшении размеров капилляров активность воды уменьшается.

Соотношение «связанной» и «свободной» воды играет важную роль в исследованиях процесса черствения различных групп мучных кондитерских изделий. «Свободная» вода принимает активное участие в разрушении витаминов, денатурации белка, в процессах желатинизации и ретроградации крахмала.

Зависимость массовой доли влаги от активности воды характеризуется изотермой сорбции с тремя характерными участками:

- мономолекулярный слой влаги и соответствует части изотермы a_w от 0 до 0,3–0,5 (продукты с низкой массовой долей влаги и активностью воды, такие как сахар, сухое молоко, пасты, мука, какао порошок);
- средняя часть кривой характеризует продукты с промежуточной влажностью и некоторые рецептуры изделий с низкой влажностью (джемы, конфеты, шоколад, печенье, пряники, крекер и т.д.); молекулы воды присутствуют в малых капиллярах,
- для продуктов с высокой массовой долей влаги и активностью воды $a_w > 0,7–0,8$, молекулы воды находятся свободно в больших капиллярах.

Большая часть молекул воды удерживается адсорбционными связями воды, вызванными гидратацией белковых веществ и крахмала. Осмотическое связывание воды характерно при определенных условиях для крахмала.

Связанная влага не доступна для развития микроорганизмов. Однако известны некоторые виды плесневых грибов и осмофильных дрожжей, способных развиваться при значениях $a_w = 0,62$ [18].

Плесени и дрожжи относятся к микробиологическим показателям, определяющим стабильность органолептических характеристик изделий при хранении. В соответствии с ТР ТС 021/2011 содержание плесеней должно быть не более 50 КОЕ/г, содержание дрожжей – не более 50 КОЕ/г. Такие показатели безопасности пряников и должны быть обеспечены в течение всего срока годности.

Для каждой группы микроорганизмов существует минимальная активность воды, ниже которой не происходит развитие этих микроорганизмов. Это означает, что при обеспечении заданной активности воды кондитерских изделий можно гарантировать отсутствие их микробиологической порчи в процессе хранения (табл. 1).

На разных стадиях приготовления пряников испарение воды оказывает значительное влияние на качество конечного продукта. Движение воздуха через поверхность теста при выпечке и через поверхность готовых пряников приводит к изменению массовой доли влаги и активности воды пряников. Такие изменения происходят в различной степени в отдельных слоях целого изделия [19].

Интенсивность испарения зависит от соотношения между относительной влажностью среды и

Таблица 1. Минимальная активность воды, необходимая для развития микроорганизмов [18]

Table 1. Minimum water activity required for the growth of microorganisms [18]

Микроорганизмы	Минимальная активность воды для развития микроорганизмов
БГКП, <i>Klebsiela</i> , <i>Citobacter</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Salmonella</i>	0,95–0,96
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,83
Плесневые грибы	0,70–0,84
Осмофильные дрожжи	0,62
Дрожжи	0,81–0,88

относительной влажности у поверхности продукта (активности воды), т. е. определяется скоростью выравнивания равновесного влагосодержания продукта относительно влагосодержания [20].

Для кондитерских изделий с промежуточной влажностью (ориентировочно от 10 % до 20 %) характерны физические изменения, а процессы микробиологической и окислительной порчи протекают с небольшой скоростью. Поэтому для таких изделий трудно прогнозировать срок годности и основную причину их порчи.

Целью данной работы была оценка влияния условий хранения на сохранность сырцовых пряников с фруктовой начинкой.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования использованы пряники сырцовые с фруктовыми начинками, покрытые сахарным (тираженным) сиропом. Сырцовые пряники являются типичным представителем мучных кондитерских изделий с промежуточной влажностью. Сырцовые пряники быстрее теряют влагу при хранении, по сравнению с заварными пряниками, и относительно недорогие при изготовлении.

В составе начинки сырцовых пряников использованы яблочное пюре, пектин и модифицированный крахмал, обуславливающие стабильность органолептических свойств изделий при длительном хранении. Пряники упакованы в полипропиленовую пленку с толщиной 40 мкм [21]. Изготовленные образцы сырцовых пряников с фруктовыми начинками хранили в климатической камере «Climacell 404» при заданной температуре и относительной влажности окружающего воздуха.

Для изготовления пряников использовано 20 % начинки с составом: 40 % яблочного пюре, 24 % модифицированного крахмала E1422 (сшитый оксипропилированный дикрахмалфосфат) и 1 % пектина [22].

Термостабильность начинок определена по изменению их «растекаемости» после выпечки. Для этого образцы начинок помещали в пластиковые формы с заданной высотой и диаметром. После этого помещали начинки в термостат при температуре 200 °С на 10 минут. Термостабильность начинки определена по соотношению диаметров образца начинки до и после термообработки. Измеряли диаметр начинки после термообработки и по соотношению диаметров рассчитывали их коэффициент термостабильности.

Для контроля направления и скорости процессов влагопереноса использованы показатели: массовая доля влаги и активность воды. Определение массовой доли влаги осуществлялось по ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли влаги и сухих веществ». Активность воды определена по ГОСТ Р ИСО 21807-2012 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Определение активности воды».

Соотношение равновесной относительной влажности РОВ и активности воды a_w определяется следующей формулой: $POB = a_w \times 100$. Оно может быть использовано для расчета градиента относительной

влажности между изделием и окружающей средой. Изготовленные сырцовые пряники обладали высокими органолептическими характеристиками, имели правильную форму без трещин и следов фруктовой начинки на поверхности.

Структурно-механические свойства готовых фруктовых начинок усиливаются благодаря синергизму использованных гидроколлоидов, что приводит к уменьшению скорости влагопереноса между частями целого изделия, изделием и окружающей средой и повышению сохранности кондитерских изделий с начинками. Фруктовые начинки обладали оптимальной термостабильностью, которая обусловлена ее рецептурным составом.

Хранение пряников при температуре 20 °С и относительной влажности окружающего воздуха 30 % приближено к хранению в «зимних» условиях, при которых риск «плесневения» минимальный. Риск «плесневения» пряников повышается при увеличении температуры и относительной влажности окружающего воздуха, т. е. в «летних» условиях. Микробиологические показатели количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) определяли по ГОСТ 10444.15-94, количество плесеней (ПГ) и дрожжей (Др) – по ГОСТ 10444.12-88.

Исследованы показатели влагопереноса в пряниках с фруктовой начинкой в процессе хранения при температурах 20 °С и 30 °С, относительной влажности окружающего воздуха 30 % и 40 % в различных частях целого изделия: в верхнем и нижнем слоях выпеченного полуфабриката (ориентировочно 2–3 мм толщиной) и начинке.

В соответствии с ГОСТ 15810-2014 «Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия» массовая доля влаги в сырцовых пряниках должна быть в диапазоне от 11,0 до 16,0 %. Массовая доля влаги средней пробы выпеченных образцов пряников (без учета фруктовой начинки) после выпечки и охлаждения составила 15–16 %, что соответствует требованиям ГОСТ 15810-2014.

Использование только одного показателя (массовая доля влаги, регламентированная ГОСТ 15810-2014) не позволяет сделать прогноз скорости процессов микробиологической порчи и других изменений. Поэтому для оценки риска микробиологических процессов использован показатель активность воды.

Результаты и их обсуждение

Известно, что при хранении пряники либо черствеют, либо увлажняются и «плесневеют». Направление порчи при хранении зависит от относительной влажности окружающего воздуха, температуры хранения, характеристик упаковки.

Процессы влагопереноса в кондитерских изделиях характеризуются показателями массовой доли влаги и активностью воды. При хранении пряников с фруктовой начинкой в их различных частях происходят изменения данных показателей. Скорость таких процессов зависит не только от характеристик

окружающей среды, но и от технологических факторов изготовления, в том числе от порядка загрузки и состава рецептурных компонентов, длительности и температуры различных режимов выпечки, условий выстойки и относительной влажности окружающего воздуха и т. д.

Технологические факторы влияют на формы связи молекул воды в изделии, которые характеризуются показателем активности воды. При хранении изделий между отдельными его частями происходит движение молекул влаги. Градиент относительной влажности между частями пряников прогнозирует миграцию влаги из центра к внешней части для достижения равновесия активности воды по всему объему изделий. Скорость миграции влаги зависит от активности воды частей изделий. Скорость миграции влаги через упаковку изделий зависит от толщины пленки и градиента относительной влажности между окружающей средой и атмосферой внутри упаковки.

В зимний период хранения пряников относительная влажность воздуха составляет 20–30 %. Равновесная относительная влажность воздуха внутри упаковки составляет 70–80 %. Градиент влажности воздуха составляет 40–60 %. Это обуславливает относительно быстрое уменьшение массовой доли влаги пряников в процессе их хранения.

При увеличении относительной влажности воздуха в летний период хранения до 40–50 % градиент влажности воздуха уменьшается до 20–40 %. Таким образом, повышение относительной влажности окружающего воздуха способствует снижению скорости влагопереноса между пряником и окружающей средой.

Для уменьшения скорости потери влаги нужно обеспечить минимальное различие между относительной влажностью воздуха над поверхностью упакованных изделий и окружающей атмосферой.

Активность воды средней пробы пряника с начинкой составила 0,801. Это соответствует равновесной относительной влажности воздуха над изделием 80,1 %. Относительная влажность окружающего воздуха составила 30,0 %. Градиент относительной влажности между окружающей средой и воздухом внутри упаковки составил 50,1 (0,501 единиц активности воды), что позволяет прогнозировать высокую скорость влагопереноса через полипропиленовую упаковку при хранении пряников. Активность воды различных частей выпеченного пряника не превышала 0,802. Понижение активности воды и массовой доли влаги в процессе хранения пряников прогнозирует низкую скорость микробиологических процессов порчи.

Неравномерное распределение влаги по объему пряников после выпечки пряников обуславливает процессы влагопереноса между частями целого изделия в процессе дальнейшего хранения. Градиент активности воды между верхним слоем выпеченного полуфабриката пряника ($a_w = 0,771$) и начинкой ($a_w = 0,802$) составил 0,031, что обуславливает движение влаги от начинки к поверхности пряников (табл. 2).

Таблица 2. Массовая доля влаги и активность воды в различных частях пряников с фруктовой начинкой

Table 2. Moisture content and water activity in various parts of gingerbread with fruit filling

	Активность воды	Массовая доля влаги, %
Верхний слой выпеченного полуфабриката	0,771	14,7
Слой выпеченного полуфабриката над начинкой	0,775	15,1
Нижний слой выпеченного полуфабриката	0,762	19,3
Слой выпеченного полуфабриката под начинкой	0,717	15,6
Фруктовая начинка	0,802	25,1

Исследованы процессы влагопереноса при температуре хранения 20 °С и относительной влажности окружающего воздуха 30 %.

Уменьшение массовой доли влаги начинки после 1 недели хранения пряников с 28,0 % до 24,3 % привело к увеличению массовой доли влаги верхнего и нижнего поверхностного слоя выпеченного полуфабриката пряников с 14,9 % и 16,0 % до 15,3 % и 17,5 % соответственно (рис. 1).

После двух недель хранения массовая доля влаги выпеченного полуфабриката практически не изменяется.

Массовая доля влаги верхнего слоя выпеченного полуфабриката пряников, хранившихся 6 недель, составила всего 10 %. Активность воды начинки уменьшилась с 0,802 до 0,731 при одновременном увеличении этого показателя для других частей пряника (рис. 2).

Таким образом, низкая относительная влажность окружающего воздуха способствует уменьшению влажности поверхностного слоя пряников и снижению риска микробиологической порчи.

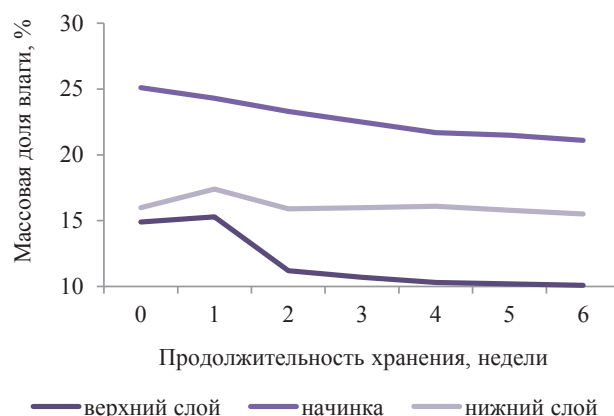


Рисунок 1. Массовая доля влаги в различных частях пряников в процессе хранения при температуре 20 °С и равновесной относительной влажности окружающего воздуха 30 %

Figure 1. Mass fraction of moisture in various parts of gingerbread during storage at 20°C and 30% of equilibrium relative humidity

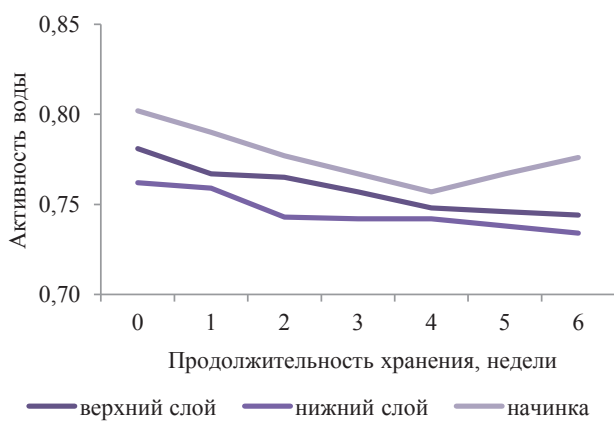


Рисунок 2. Активность воды в различных частях пряников в процессе хранения при температуре 20 °С и равновесной относительной влажности окружающего воздуха 30 %

Figure 2. Water activity in various parts of gingerbread during storage at 20°C and 30% of equilibrium relative humidity

Изготовленные пряники также были исследованы в процессе хранения при температуре 30 °С и равновесной относительной влажности окружающего воздуха 40 %.

Массовая доля влаги выпеченного полуфабриката на поверхности пряника также уменьшилась и составила после 6 недель хранения 13 %, а начинки – около 20 % (рис. 3).

Повышение равновесной относительной влажности окружающего воздуха при хранении от 30 % до 40 % привело к уменьшению потерь влаги. Массовая доля влаги верхнего поверхностного слоя пряников после 6 недель хранения составила 10,1 % и 12,4 % соответственно.

При этом градиент относительной влажности между окружающей средой и атмосферой над изделием понижается на 10 %. Результат – скорость процессов влагопереноса уменьшается. Поэтому активность воды выпеченного полуфабриката поверх-

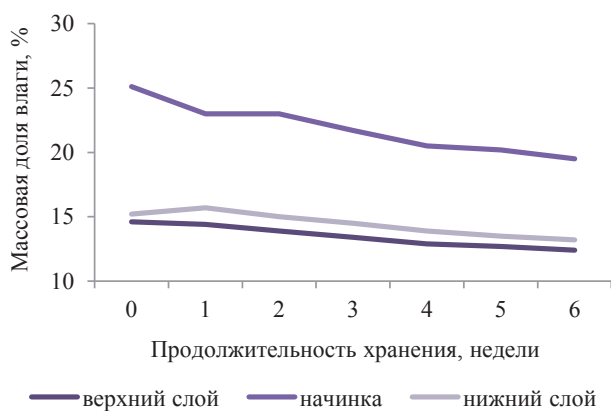


Рисунок 3. Массовая доля влаги в различных частях пряников в процессе хранения при температуре 30 °С и равновесной относительной влажности окружающего воздуха 40 %

Figure 3. Moisture content in various parts of gingerbread during storage at 30°C and 40% of equilibrium relative humidity

ности пряников при хранении пряников понижается с 0,762–0,771 до 0,71–0,74, что выше уровня на 0,7.

Градиент относительной влажности воздуха между атмосферой помещения и воздухом внутри упаковки над верхним слоем выпеченного полуфабриката пряников составил 37,1 %. Градиент относительной влажности после 6 недель хранения уменьшился на 25 %, что обуславливает уменьшение скорости процесса влагопереноса в частях пряника.

Различные плесени характеризуются широким диапазоном порога развития: от 0,70 до 0,84 [18].

При хранении пряников в результате процессов деградации крахмала возможно увеличение активности воды, что при наличии споровых микроорганизмов в выпеченном полуфабрикаты вызывает рост плесени и приводит к микробиологической порче изделий.

Установлено, что активность воды наружных частей пряника после 4–6 недель хранения увеличилась до 0,73–0,79. Это соответствует благоприятным условиям развития некоторых плесеней. Риск «плесневения» поверхности пряников повышается (рис. 4).

Повышение активности воды при хранении мучных кондитерских изделий с промежуточной влажностью вызвано процессами ретроградации крахмала. Происходит изменение коллоидной структуры изделий; адсорбционные связи молекул воды, обусловленные гидратацией белковых веществ, крахмалом и сахарами, разрушаются. Капиллярно-связанная влага переходит в свободное состояние. Это подтверждается увеличением активности воды на определенном этапе хранения пряников.

При изменении структуры изделий изменяется соотношение «свободной» и «связанной» влаги. Появляется влага, доступная для активного роста различных микроорганизмов, риск ухудшения органолептических показателей и «плесневения» пряников существенно повышается. Это подтверждается изменениями микробиологических показателей. Срок годности пряников ограничен такими изменениями.

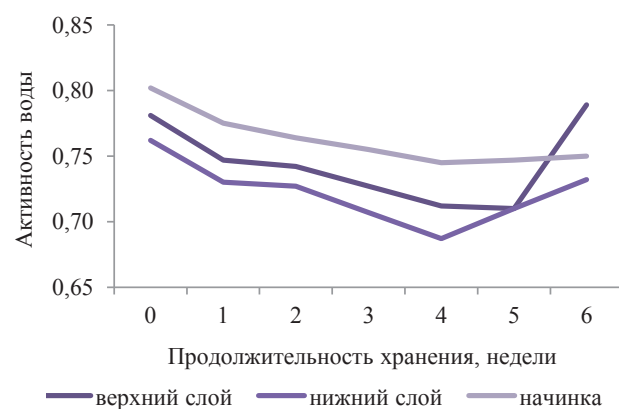


Рисунок 4. Активность воды в различных частях пряников в процессе хранения при температуре 30 °С и равновесной относительной влажности окружающего воздуха 40 %

Figure 4. Water activity in various parts of gingerbread during storage at 30°C and 40% of equilibrium relative humidity

Исследование микробиологических показателей подтвердило увеличение содержания плесеней от 0 КОЕ/г у свежеприготовленных пряников до 10 КОЕ/г после одного месяца хранения.

Содержание КМАФАнМ в различных частях выпеченного полуфабриката за 4 недели хранения пряников с фруктовой начинкой увеличилось с 3×10 до 9×10^2 КОЕ/г, а в начинке с 1×10 до $2,3 \times 10^3$ КОЕ/г.

При дальнейшем хранении пряников содержание плесеней увеличивается. Процессы разрушения крахмала муки способствуют высвобождению «свободной» влаги и повышению риска микробиологической порчи.

Понижение активности воды ниже уровня 0,7 возможно при использовании влагоудерживающих добавок, уменьшении массовой доли влаги до уровня, близкого к нижнему пределу 11 %, замене сахара на мед или инвертный сироп. Это не противоречит действующему ГОСТ 15810-2014, но может значительно увеличить срок годности. Однако такие изменения приводят к существенным изменениям органолептических показателей, структура пряников становится менее крошливой и более затяжистой.

Выводы

Химический состав начинок обуславливает сохранность органолептических показателей при хранении пряников. Дрожжи и плесени в начинке после 4 недель хранения пряников практически отсутствуют. Это объясняется уменьшением массовой доли влаги и активности воды при хранении. При дальнейшем хранении пряников на их поверхности появляются признаки «плесневения».

Повышение относительной влажности окружающего воздуха на 10 % (от 30 % до 40 %) приводит к уменьшению скорости влагопереноса в два раза и понижению срока годности пряников на 1–2 недели. Закономерности изменений соотношения массовой доли влаги и активности воды при хранении сырцовых пряников с фруктовой начинкой использованы для создания методологии повышения сохранности мучных кондитерских изделий с промежуточной влажностью.

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Мошканова, И. А. Современное производство пряников / И. А. Мошканова, Е. С. Новожилова, В. А. Васькина // Кондитерское и хлебопекарное производство – 2017. – № 1–2. – С. 44–47.
2. Ефремова, Е. Н. Влияние нетрадиционного сырья на качество пряников / Е. Н. Ефремова, Е. А. Зенина // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования : Материалы Международной научно-практической конференции / Волгоградский государственный аграрный университет. – Волгоград, 2017. – С. 319–325.
3. ГОСТ 15810-2014. Изделия кондитерские. Изделия пряничные. Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2015. – 8 с.
4. Стеле, Р. Срок годности пищевых продуктов. Расчет и испытание / Р. Стеле. – СПб. : Профессия. 2008. – 480 с.
5. Кондратьев, Н. Б. Влияние упаковки на скорость влагопереноса при хранении сахарного печенья / Н. Б. Кондратьев, Е. В. Казанцев, Т. В. Савенкова // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2018. – № 5–6. – С. 12–13.
6. Effects of Some Sweeteners on Gingerbread Properties – Water Sorption / A. T. Dorina, M. Ognean, C. F. Ognean [et al.] // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. – 2014. – Vol. 20, № 1. – P. 21–25.
7. Crototova, J. Influence of different hydrocolloids on physicochemical and heat-stable properties of fruit fillings / J. Crototova, S. Popel // Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI: Food Technology. – 2013. – Vol. 37, № 2. – P. 59–67.
8. Processing and Characterization of PET Composites Reinforced With Geopolymer Concrete Waste / A. P. Dos Santos Pereira, M. H. P. Da Silva, É. P. Lima [et al.] // Materials Research. – 2017. – Vol. 20, № 3. – P. 411–420. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2017-0734>.
9. Кондратьев, Н. Б. Оценка качества кондитерских изделий. Повышение сохранности кондитерских изделий / Н. Б. Кондратьев. – М. : Издательство «Перо», 2015. – 250 с.
10. Аксенова, Л. М. Повышение сохранности пряничных изделий / Л. М. Аксенова, Н. Б. Кондратьев // Хлебопродукты. – 2016. – № 8. – С. 42–43.
11. Cervenka, L. Moisture adsorption characteristics of gingerbread, a traditional bakery product in Pardubice Czech Republic / L. Cervenka, S. Rezkova, J. Kralovsky // Journal of Food Engineering. – 2008. – Vol. 84, № 4. – P. 601–607. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.07.006>.
12. Босенко, О. А. Использование местного растительного сырья в производстве пряников / О. А. Босенко, А. С. Захарова // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности : Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием / Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. – Барнаул, 2018. – С. 479–480.
13. Наумова, Н. Л. Изучение сохранности обогащающих компонентов в процессе производства и хранения модельных образцов заварных пряников / Н. Л. Наумова // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 39, № 4. – С. 57–62.
14. Effects of different types and concentration of hydrocolloids on mango filling / R. A. Razak, R. Karim, R. Sulaiman [et al.] // International Food Research Journal. – 2018. – Vol. 25, № 3. – P. 1109–1119.

15. Урьев, Н. Б. Физико-химическая механика и интенсификация образования пищевых масс / Н. Б. Урьев, М. А. Талейсник. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 362 с.
16. Зубченко, А. В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий / А. В. Зубченко. – Воронеж : Воронежская государственная технологическая академия, 1997. – 416 с.
17. Saurie, M. A single layer moisture absorption theory as a basis for the stability and availability of moisture in dehydrated foods / M. Saurie // International Journal of Food Science and Technology. – 1971. – Vol. 6, № 2. – P. 193–201. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb01608.x>.
18. Лурье, И. С. Технохимический и микробиологический контроль в кондитерском производстве: Справочник / И. С. Лурье, Л. Е. Скокан, А. П. Цитович. – М. : КолосС, 2003. – 416 с.
19. Иоргачева, Е. Г. Стабилизация качества сырцовых пряников при хранении / Е. Г. Иоргачева, О. В. Макарова, Е. В. Хвостенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 12, № 12 (68). – С. 138–143.
20. Rockland, L. B. Water Activity: Theory and Application to Food / L. B. Rockland, L. R. Beuchat. – New York : Marcel Decker, 1987. – 404 p.
21. Использование обогащенных съедобных пленочных покрытий для хлебобулочных и кондитерских изделий / А. И. Черная, О. С. Шульга, Л. Ю. Арсеньева [и др.] // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2016. – Т. 38, № 3. – С. 39–44.
22. Соломин, Д. А. Инновации в производстве и применении модифицированных крахмалов / Д. А. Соломин, Л. С. Соломина // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 3. – С. 19–22.


References

1. Moshkanova IA, Novozhilova ES, Vas'kina VA. Sovremennoe proizvodstvo pryanikov [Modern gingerbread production]. Confectionery and Baking Industry. 2017;(1–2):44–47. (In Russ.).
2. Efremova EN, Zenina EA. Vliyanie netraditsionnogo syr'ya na kachestvo pryanikov [The impact of non-traditional raw materials on the quality of gingerbread]. Ehkologo-meliorativnye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Environmental and Reclamation Aspects of Environmental Management: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]; 2017; Volgograd. Volgograd: Volgograd State Agricultural University; 2017. pp. 319–325. (In Russ.).
3. State Standard 15810-2014. Confectionery. Gingerbread confectionery. General specifications. Moscow: Standartinform; 2015. 8 p.
4. Stele R. Srok godnosti pishchevykh produktov. Raschet i ispytanie [Shelf life of food products. Calculation and testing]. St. Petersburg: Professiya; 2008. 480 p. (In Russ.).
5. Kondrat'ev NB, Kazantsev EV, Savenkova TV. Vliyanie upakovki na skorost' vlagoperenosa pri khranении sakharnogo pechen'ya [The effect of packaging on the speed of moisture transfer during storage of sugar cookies]. Confectionery and Baking Industry. 2017;(5–6):12–13. (In Russ.).
6. Dorina AT, Ognean M, Ognean CF, Danciu I. Effects of Some Sweeteners on Gingerbread Properties – Water Sorption. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. 2014;20(1):21–25.
7. Cropotova J, Popel S. Influence of different hydrocolloids on physicochemical and heat-stable properties of fruit fillings. Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI: Food Technology. 2013;37(2):59–67.
8. Dos Santos Pereira AP, Da Silva MHP, Lima ÉP, Dos Santos Paula A, Tommasini FJ. Processing and Characterization of PET Composites Reinforced With Geopolymer Concrete Waste. Materials Research. 2017;20(3):411–420. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2017-0734>.
9. Kondrat'ev NB. Otsenka kachestva konditerskikh izdeliy. Povyshenie sokhrannosti konditerskikh izdeliy [Quality assessment of confectionery. Improving the safety of confectionary products]. Moscow: 'Pero' Publishing House; 2015. 250 p. (In Russ.).
10. Aksenova LM, Kondrat'ev NB. Improving the safety of gingerbread products. Bread products. 2016;(8):42–43. (In Russ.).
11. Cervenka L, Rezkova S, Kralovsky J. Moisture adsorption characteristics of gingerbread, a traditional bakery product in Pardubice Czech Republic. Journal of Food Engineering. 2008;84(4):601–607. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.07.006>.
12. Bosenko OA, Zakharova AS. Ispol'zovanie mestnogo rastitel'nogo syr'ya v proizvodstve pryanikov [The use of local plant materials in gingerbread production]. Tekhnologii i oborudovanie khimicheskoy, biotekhnologicheskoy i pishchevoy promyshlennosti: Materialy XI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem [Technologies and Equipment for Chemical, Biotechnology, and Food Industry: Proceedings of the XI All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates, and Young Scientists with International Participation]; 2018; Barnaul. Barnaul: Polzunov Altai State Technical University; 2018. pp. 479–480. (In Russ.).
13. Naumova NL. Preservation of enriching components during production and storage of choux gingerbread model samples. Food Processing: Techniques and Technology. 2015;39(4):57–62. (In Russ.).
14. Razak RA, Karim R, Sulaiman R, Hussain N. Effects of different types and concentration of hydrocolloids on mango filling. International Food Research Journal. 2018;25(3):1109–1119.
15. Ur'ev NB, Taleysnik MA. Fiziko-khimicheskaya mekhanika i intensifikatsiya obrazovaniya pishchevykhmass [Physical and chemical mechanics and intensification of food mass formation]. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost; 1976. 362 p. (In Russ.).


16. Zubchenko AV. Fiziko-khimicheskie osnovy tekhnologii konditerskikh izdeliy [Physical and chemical bases of confectionery technology]. Voronezh: Voronezh State Technological Academy; 1997. 416 p. (In Russ.).
17. Caurie M. A single layer moisture absorption theory as a basis for the stability and availability of moisture in dehydrated foods. *International Journal of Food Science and Technology*. 1971;6(2):193–201. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb01608.x>.
18. Lur'e IS, Skokan LE, Tsitovich AP. Tekhnokhimicheskiy i mikrobiologicheskiy kontrol' v konditerskom proizvodstve: Spravochnik [Technochemical and microbiological control in the confectionery industry: Manual]. Moscow: ColosS; 2003. 416 p. (In Russ.).
19. Iorgachova EG, Makarova OV, Khvostenko EV. Stabilisation of gummy gingerbread quality during storage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2014;2(12)(68):138–143. (In Russ.).
20. Rockland LB, Beuchat LR. *Water Activity: Theory and Application to Food*. New York: Marcel Decker; 1987. 404 p.
21. Chernaya AI, Shulga OS, Arsenieva LYu, Petrenko ED. Bakery and confectionery products with enriched food coating. *Technology and merchandising of the innovative foodstuff*. 2016;38(3):39–44. (In Russ.).
22. Solomin DA, Solomina LS. Innovations in the Production and Use of Modified Starches. Storage and processing of farm products. 2014;(3):19–22. (In Russ.).

Сведения об авторах


Кондратьев Николай Борисович

д-р техн. наук, главный научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, 107023, Россия, г. Москва, ул. Электrozаводская, 20, тел.: +7 (495) 963-54-75, e-mail: conditerprom_lab@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3322-9621>


Федорко Ксения Викторовна

младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, 107023, Россия, г. Москва, ул. Электrozаводская, 20, тел.: +7 (495) 963-54-75, e-mail: conditerprom_lab@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4439-5572>


Крылова Эмилия Николаевна

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, 107023, Россия, г. Москва, ул. Электrozаводская, 20, тел.: +7 (495) 963-54-75, e-mail: confect@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-1724-0783>

Пестерев Михаил Алексеевич


младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, 107023, Россия, г. Москва, ул. Электrozаводская, 20, тел.: +7 (495) 962-17-34, e-mail: conditerprom_lab@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-0980-1862>

Осипов Максим Владимирович


канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, 107023, Россия, г. Москва, ул. Электrozаводская, 20, тел.: +7 (495) 963-54-75, e-mail: conditerprom_lab@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-8981-5606>

Information about the authors


Nikolay B. Kondratev

Dr.Sci.(Eng.), Chief Researcher, All-Russia Research Institute of the confectionery industry, 20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023, phone: +7 (495) 963-54-75, e-mail: conditerprom_lab@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-3322-9621>


Ksenia V. Fedorko

Junior Researcher, All-Russian Research Institute of the confectionery industry, 20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023, phone: +7 (495) 963-54-75, e-mail: conditerprom_lab@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4439-5572>

Emilia N. Krylova

Cand.Sci.(Eng.), Leading Researcher, All-Russian Research Institute of the confectionery industry, 20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023, phone: +7 (495) 963-54-75, e-mail: confect@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-1724-0783>

Mikhail A. Pesterev

Junior Researcher, All-Russian Research Institute of the confectionery industry, 20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023, phone: +7 (495) 962-17-34, e-mail: conditerprom_lab@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-0980-1862>

Maxim V. Osipov

Cand.Sci.(Eng.), Leading Researcher, All-Russian Research Institute of the confectionery industry, 20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023, phone: +7 (495) 963-54-75, e-mail: conditerprom_lab@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-8981-5606>

Особенности товародвижения на предприятиях общественного питания

Т. В. Крапива*, А. И. Уржумова, О. А. Алисова, И. А. Килина

Дата поступления в редакцию: 27.06.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

*e-mail: t.krapiva@mail.ru



© Т. В. Крапива, А. И. Уржумова, О. А. Алисова, И. А. Килина, 2019

Аннотация. Терминология в современном обществе рассматривается как значимый фактор, влияющий на процесс коммуникации ученых и специалистов в сфере производства и обращения товаров и услуг. Значения терминов специфичны в том плане, что они выражают научные понятия, требующие достаточно точной дефиниции в соответствии с уровнем развития той или иной отрасли знаний. В условиях развития отраслей происходит взаимопроникновение терминов и определений, требующих учета специфики отрасли и в полной мере отражающих их характеристику. Развитие общественного питания привело к более тесной взаимосвязи с экономикой, рынком и другими отраслями производства продуктов питания, ингредиентов и т. п. В статье даны определения термина «товародвижение» различных авторов, применяемых для описания процессов в экономике и торговле. Показано, что существующие термины в большей мере выражают экономические отношения, возникающие у участников процесса при движении товаров от производителя к потребителю. Данные определения рассматривают только экономическую составляющую без учета факторов, формирующих качество и безопасность продукции и услуг, которые являются определяющими на предприятиях индустрии питания. Предложено определение термина «товародвижение на предприятии индустрии питания», учитывающее специфику и особенности данного процесса на предприятиях общественного питания. Описана упрощенная схема товародвижения на предприятии. Это процесс, включающий 5 этапов последовательного прохождения сырья и товаров: поступление сырья и товаров от поставщика на предприятие – хранение – перемещение – производство продукции – реализация. Выявлены и описаны особенности товародвижения в условиях предприятий индустрии питания на всех этапах товародвижения и рекомендованы локальные регламентирующие документы, способствующие обеспечению качества и безопасности продукции общественного питания.

Ключевые слова. Общественное питание, предприятия, товародвижение, особенности, качество продукции, безопасность продукции

Для цитирования: Особенности товародвижения на предприятиях общественного питания / Т. В. Крапива, А. И. Уржумова, О. А. Алисова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 406–412. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-406-412>.

Review article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Oat Protein Concentrate As Part of Curd Product for Sport Nutrition

T.V. Krapiva*, A.I. Urzhumova, O.A. Alisova, I.A. Kilina

Received: June 27, 2019
Accepted: August 30, 2019

Kemerovo State University,
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

*e-mail: t.krapiva@mail.ru



© T.V. Krapiva, A.I. Urzhumova, O.A. Alisova, I.A. Kilina, 2019

Abstract. In the modern society, terminology is considered as a significant factor that affects the communication process of scientists and specialists in the production and circulation of goods and services. The meanings of terms express scientific concepts that require an accurate definition in accordance with the level of development of a particular branch of knowledge. In the conditions of rapid industrial development, there is an interpenetration of terms and definitions. The development of catering industry resulted in its closer relationship with economy, market, and other food producing industries. The article provides definitions for the term ‘physical distribution of goods’ coined by various authors used to describe processes in the economy and trade. The existing terms mostly express the economic relations arising from the participants in the process when goods move from the producer to the consumer. These definitions consider only the economic component without taking into account the factors that affect the quality and safety of products and services, which is important for the food industry. The authors introduce a definition for the term ‘physical distribution of goods at a catering enterprise’. It takes into account the specifics and features of this process at catering establishments. The paper contains a simplified scheme of product distribution in the enterprise. The process includes five stages of the successive passage of raw materials and goods: delivery of raw materials and goods from the supplier to the enterprise – storage – relocation – production –

sales. The authors identified and described features of physical distribution of goods in the conditions of food industry enterprises at all stages and recommended local regulatory documents that can help ensure the quality and safety of catering products.

Keywords. Catering, enterprises, physical distribution of goods, features, quality of products, safety of products

For citation: Крапива Т. В., Urzhumova A.I., Alisova O.A., Kilina I.A. Oat Protein Concentrate As Part of Curd Product for Sport Nutrition. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(3):406–412. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-406-412>.

Введение

Исторически товародвижение как вид деятельности возникло ещё до нашей эры с появлением общественного разделения труда и товарно-денежных отношений у различных цивилизаций, трансформируясь и усложняясь в различные исторические периоды развития общества.

Товародвижение как экономическая категория стало развиваться с появлением маркетинга как концепции управления предприятием в период промышленных революций XIX века.

В современном обществе товародвижение рассматривается исключительно в виде процесса доведения товаров от предприятий-изготовителей до их потребителей. При этом в качестве потребителей выступают предприятия производящие или реализующие продукцию [1–13].

Перспективы развития отраслей промышленности предусматривают необходимость изыскания новых конкурентных преимуществ, расширения видов деятельности и обновления систем и методов организации производства. В связи с этим наблюдается тенденция проникновения и использования знаний и методов из одних отраслей в другие. Общественное питание (индустрия питания), в отличие от других смежных отраслей, например, отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности, оказывает населению две услуги одновременно: производство продукции и ее реализацию в рамках действующего предприятия. В этой связи термин товародвижение в классическом его понимании ранее не использовался в сфере общественного питания. Расширение перечня услуг предприятий общественного питания привело к появлению кейтеринга и доставки, в рамках которых приемлемо товародвижение как процесс «физического перемещения товара от производителя в места продажи или потребления». Это обуславливает актуальность рассмотрения товародвижения применимо к предприятиям общественного питания.

Целью исследования явилось авторское видение формулировки термина «товародвижение» с учетом специфики деятельности предприятий общественного питания на основе анализа научно-технической литературы с последующим описанием особенностей этапов товародвижения.

Объекты и методы исследования

Объекты: научно-техническая литература по теме исследований; процессы, происходящие на предприятиях общественного питания при оказании услуги питания и услуги обслуживания как основного вида деятельности.

Методы исследования: анализ, синтез, систематизация, структурирование.

Результаты и их обсуждение

Изучение значение термина «товародвижение» в различных областях знаний и профессиональной деятельности в рамках существующей терминологии позволило выделить наиболее часто встречающиеся определения термина (табл. 1).

Из представленного перечня имеющихся определений в большей степени учитывает специфику отрасли и может быть адаптирован к предприятиям общественного питания для описания процесса товародвижения термин, данный А. С. Нешитой: «Товародвижение общественного питания выражает экономические отношения, возникающие при реализации собственной продукции, покупных товаров, оказании услуг по организации питания». Однако данное определение рассматривает только экономическую составляющую без учета факторов, формирующих качество и безопасность продукции и услуг на предприятиях индустрии питания.

Для более полного понимания сущности процесса товародвижения на предприятиях общественного питания целесообразно его рассмотрение с позиции процессного подхода, направленного на управленческую деятельность, обеспечивающую качество продукции и услуг.

Общественное питание – самостоятельная отрасль экономики, состоящая из предприятий различных форм собственности и организационно-управленческой структуры, организующая питание населения, а также производство и реализацию готовой продукции и полуфабрикатов как на предприятии общественного питания, так и вне его, с возможностью оказания широкого перечня услуг по организации досуга и других дополнительных услуг [14].

Деятельность предприятий индустрии питания включает ряд сложных технологических процессов независимо от формата предприятия. Поэтому при разработке Модели системы товародвижения на предприятии следует учитывать особенности отрасли:

- в отличие от предприятий пищевой промышленности или торговли предприятия общественного питания выполняют три взаимосвязанные функции: производство продукции, реализацию и организацию ее потребления;
- предприятия общественного питания предоставляют, кроме услуги питания, широкий перечень дополнительных услуг;
- изготавливаемая продукция имеет ограниченные сроки реализации;
- ассортимент выпускаемой предприятиями продукции разнообразный, часто обновляемый (бизнес-ланч, сезонное меню, постное меню и т. п.);
- для приготовления кулинарной продукции, блюд и напитков используется широкий перечень сырья, разной природы происхождения;

– разнообразие продукции зависит от характера (столовые при промышленных предприятиях, ком-
спроса и особенностей обслуживаемого контингента мерческие предприятия – рестораны, кафе);

Таблица 1. Основные определения термина «товародвижение»

Table 1. Main definition of the term 'physical distribution of goods

№	Формулировка определения	Источник	Примечание
1	Товародвижение — Процесс физического перемещения товара от производителя в места продажи или потребления [1]	ГОСТ Р 51303 99. Тематики торговля п 85 «Справочник технического переводчика»	Не учитывает специфику ОП
2	Товародвижение — <i>Saves promotion</i> процесс физического перемещения товара от производителя в места продажи или потребления. Товародвижение осуществляется через: прямые каналы: производитель потребитель; и косвенные каналы: производитель посредник потребитель [2]	«Словарь бизнес-терминов»	Не учитывает специфику ОП
3	Товародвижение — (англ. <i>movement of goods</i>) процесс продвижения товара от производителя в розничную торговлю к покупателю или через импортера (экспортера), оптового покупателя и других участников обращения товаров. Представляет стадию воспроизводственного цикла [3]	«Экономический словарь» «Словарь экономических терминов»	Не учитывает специфику ОП
4	Товародвижение — (<i>placement</i>) система, обеспечивающая доставку товара к местам продажи в точно определенное время и с максимально высоким уровнем обслуживания покупателя. Основные издержки Т. складываются из расходов по транспортировке, складированию товаров [4]	«Внешнеэкономический толковый словарь»	Не учитывает специфику ОП
5	Товародвижение — процесс продвижения товара от производителя к покупателю через оптового покупателя и других участников обращения товаров. Представляет стадию воспроизводственного цикла [5]	«Энциклопедический словарь экономики и права»	Не учитывает специфику ОП
6	Товародвижение — процесс движения товара от производителя через экспортера, импортера, оптового покупателя в розничную торговлю к покупателю [6]	«Большой бухгалтерский словарь» «Большой экономический словарь»	Не учитывает специфику ОП
7	Товародвижением в маркетинге называется система, которая обеспечивает доставку товаров к местам продажи в точно определенное время и с максимально высоким уровнем обслуживания покупателей. Зарубежные авторы под планированием товародвижения понимают систематическое принятие решений в отношении физического перемещения и передачи собственности на товар или услугу от производителя к потребителю, включая транспортировку, хранение и совершение сделок [7]	С. В. Новоселов, Л. А. Майорникова, Н. С. Кокряцкая, И. С. Маковская «Особенности моделирования организации общественного питания в региональных условиях»	Не учитывает специфику ОП
8	Товародвижение — процесс реального доведения товаров до потребителя [8]	В. Б. Попова «Статистика»	Не учитывает специфику ОП
9	Товародвижение — процесс доведения товаров от предприятий-изготовителей через предприятия оптовой и розничной торговли до потребителей [9]	В. Д. Ершов «Промышленная технология продукции общественного питания»	Не учитывает специфику ОП
10	Товародвижение (логистика) — это планирование, организация и контролирование всех видов деятельности по перемещению материального потока от пункта закупки сырья до пункта конечного потребителя [10]	Ю. Г. Кузменко, А. В. Шмидт «Развитие понятийно-категориального аппарата логистики торгового обслуживания»	Не учитывает специфику ОП
11	Товародвижение общественного питания выражает экономические отношения, возникающие при реализации собственной продукции, покупных товаров, оказании услуг по организации питания [11]	А. С. Нешитой «Финансы и торговля в воспроизводственном процессе: Монография»	Применимо к ОП
12	Товароснабжение — это комплекс коммерческих и технологических операций по доведению товаров до предприятий розничной торговли, включающий в себя закупку, доставку, приемку, хранение, подготовку и продажу товаров [12]	Н. А. Барковская, Л. Н. Минеева «Государственное регулирование цен на продовольственные товары: проблемы и перспектив»	Не учитывает специфику ОП
13	Товародвижение понимается как комплексная деятельность, включающая всю совокупность операций, связанных с физическим перемещением товаров от изготовителя до потребителя с учётом пространства и времени с целью удовлетворения потребностей потребителей и получения экономической прибыли [13]	О. Ф. Потенба «Концептуальные подходы к выбору рациональных путей товародвижения»	Не учитывает специфику ОП

– режим работы предприятий общественного питания зависит от потребностей целевой аудитории. Это требует от предприятий особенно интенсивной работы в часы наибольшего потока потребителей.

Таким образом, сложность в организации деятельности предприятий общественного питания заключается в стохастичности многих явлений, влияющих на этот процесс. Непосредственная связь объемов реализации с потребительским спросом, широкий ассортимент, применение разнообразных способов производства (от ручного труда до инновационных технологий) должны быть учтены при разработке Модели системы товародвижения на предприятиях общественного питания.

Для большинства предприятий общественного питания, представленных малым и средним бизнесом, определение каналов доставки сырья от изготовителей через различные промежуточные звенья до предприятия менее актуально, чем изучение хозяйственных и производственных мероприятий и операций, происходящих на самом предприятии, в процессе производства готовой продукции (услуги) для удовлетворения потребностей населения. Следовательно, при организации процесса товародвижения на предприятиях общественного питания следует сосредоточить внимание не на внешней, а на внутренней среде предприятий.

Для описания процесса товародвижения с учетом специфики отрасли предлагаем использовать определение: «Товародвижение на предприятии общественного питания – все процессы, происходящие с сырьем (товарами) от поступления его на предприятие до отпуска продукции общественного питания потребителю с учетом соответствия требованиям к качеству и безопасности продукции и услуг».

Обобщенная схема товародвижения на предприятиях общественного питания (ОП) с точки зрения процессного подхода к организации и управлению деятельностью предприятия представляет собой совокупность этапов процесса товародвижения. При этом каждый этап имеет свои особенности. Процесс товародвижения на предприятиях ОП – это 5 этапов последовательного прохождения сырья и товаров (табл. 2):

1. Поступление сырья и товаров от поставщика на предприятие;
2. Хранение сырья и товаров на предприятии;
3. Перемещение сырья и товаров со складских помещений непосредственно в производственные цеха;
4. Производство продукции общественного питания;
5. Реализация продукции с учетом организации процесса потребления.

На всех этапах товародвижения необходимо обеспечение качества и безопасности путем применения разных видов контроля. Следовательно, для каждого этапа должны быть документы, регламентирующие качество и безопасность. Так для первого этапа товародвижения «приемка сырья по качеству и количеству» или «входной контроль» характерна оценка поступающего сырья на соответствие товарно-транспортным накладным, сертификатам соответствия, ветеринарным свидетельствам и др.

Для каждого этапа товародвижения указаны регламентирующие документы и особенности, характерные только для процессов предприятий общественного питания.

В процессе снабжения предприятия ОП сырьем и товарами необходимо руководствоваться нормами расхода сырья, которые формируются на основании спроса (а именно, продаж за определенный период), т. к. ассортимент сырья разнообразен, а необоснованный заказ товара может привести к перетариванию или дефициту сырья и товаров. Это особенно актуально для предприятий питания, так как значительная часть сырья относится к скоропортящимся товарам.

Территориальные и транспортно-логистические особенности региона (города) влияют на обеспечение реализации выбранной концепции и состава меню предприятия ОП. Так, открытие рыбного ресторана в Кемерово априори повлияет на себестоимость блюд за счет включения затрат на транспортировку охлажденного рыбного сырья, зачастую доставляемого воздушным транспортом. Нарушение соблюдения температурного режима и сроков реализации рыбного сырья может повлиять на качество и безопасность готовой продукции.

Особенность процесса перемещения сырья и товаров со «склада» на «кухню» связана с типом предприятия ОП, штатным расписанием предприятия, процессом организации снабжения и хранения, учетом товарно-материальных ценностей (ТМЦ). На предприятиях, имеющих складское хозяйство, приемка продукции по качеству и количеству является должностной обязанностью кладовщика. Он же отпускает продукцию на производство с оформлением соответствующих документов. На малых предприятиях ОП, не имеющих складского хозяйства, не выделены центры материальной ответственности «склад» – «кухня» в связи с ограниченностью помещений и организационной структурой предприятия. Приемку сырья осуществляет заведующий производством или шеф-повар. В этом случае к сырью, которое хранится на «кухне», имеет доступ персонал, работающий на производстве. На такого рода предприятиях персонал несет коллективную материальную ответственность.

Многообразие кухонь предприятий питания определило особенности, связанные с производством. Так, при производстве продукции блюд зарубежной кухни важно обеспечение предприятия ОП аутентичным сырьем и строгое соблюдение ТТК для получения на выходе готовой продукции с показателями (качества и безопасности) приближенными к оригиналу.

На рынке при покупке товара потребитель может получить полную информацию о товаре посредством маркировки и документов о качестве и безопасности (сертификат, декларация и т. д.). На предприятиях питания готовая продукция/блюда реализуются по результатам приемочного контроля, осуществляемого бракеражной комиссией, которая берет на себя ответственность за качество продукции. Однако существуют определенные проблемы, связанные с организацией и проведением приемочного контроля:

Таблица 2. Особенности этапов товародвижения на предприятиях общественного питания

Table 2. Specifics of stages of physical distribution at catering enterprises

Этапы товародвижения на предприятии общественного питания					
№	I	II	III	IV	V
Наименование этапа	Поступление сырья и товаров на предприятие	Хранение сырья и товаров	Перемещение сырья в цеха, места реализации (бар, буфет)	Производство продукции общественного питания	Реализация продукции общественного питания
Особенности этапов товародвижения на предприятиях общественного питания различных форматов					
Отличительные особенности этапов	Большое количество поставщиков в зависимости от ассортимента поставляемого сырья и частоты завоза сырья и товаров. Территориальные и транспортно-логистические особенности региона (города)	Обеспечение оборудованием и помещениями для размещения широкого ассортимента сырья (разнородные группы) и товаров на хранение по принципу «необходимо и достаточно». Влияние специфики кухни (меню) на широту ассортимента и аутентичность сырья	Передача сырья и товаров со склада на производство с учетом потребностей в рамках спроса. Особенности организации участков хранения ТМЦ – «склад», «кухня» и перемещение между ними. Контроль за качеством сырья, полуфабрикатов – визуальный (отсутствие лабораторного контроля)	Обеспечение технологической документацией широкого ассортимента блюд в меню. Соответствие условиям и срокам хранения полуфабрикатов для производства блюд	Оказание услуги производства продукции и ее реализации одновременно на предприятии ОП и/или за его пределами. Формирование заказа с учетом предпочтений гостя; возможность повлиять на его выбор, применяя «техники продаж».
Рекомендации	Повышение квалификации (товароведных знаний и экспертизы товаров) кладовщика/лица, отвечающего за приемку. Формализация процесса «Выбор поставщика»	Создание и поддержание оптимальных условий хранения; соблюдение принципов товарного соседства для широкого ассортимента сырья и товаров	Соблюдение сроков и условий хранения, использование маркировочных ярлыков	Необходимость регулярного мониторинга норм потерь при кулинарной обработке, создание актов разделок, актов переработки, актов проработки и, соответственно, корректировка ТТК, ТК	Реализация продукции, обеспечивающей удовлетворение гедонических потребностей гостя; соблюдение требований качества, условий и сроков хранения и реализации продукции ОП
Регламентирующие документы	Создание матрицы поставщиков, формирование таблицы расходов сырья, чек-листов для идентификации поступающего сырья	Журнал входящего сырья, журнал учета температур холодильного оборудования	Сопроводительные документы, учитывающие движение сырья	Акт проработки блюд, акт разделки, акт переработки, ТТК, ТК, чек-лист технологического процесса производства блюд	Журнал органолептической оценки качества продукции общественного питания
Производственный контроль	Входной контроль (по количеству и по качеству) Контроль сопроводительных документов, качества сырья/товаров на соответствие требований НД, маркировки, принципов товарного соседства		Визуальный контроль качества сырья и товаров, переданных со склада на производство	Операционный контроль (контроль, технологии, режимов и параметров производства п/ф и продукции)	Приемочный контроль (контроль показателей качества в соответствии с требованиями технологической документации)

– создание бракеражной комиссии в условиях «ограниченности» организационной структуры на малых предприятиях ОП;

– возможность необъективного проведения приемочного контроля в связи с отсутствием в составе комиссии независимых экспертов;

– особенности организации приемочного контроля на предприятиях ОП, производящих авторские блюда по спросу (авторский ресторан);

– подтверждение показателей качества проводится только по органолептическим показателям, т. к. для

проведения физико-химических исследований требуется наличие инструментальных методов анализа.

Описание особенностей этапов товародвижения и их анализ выявил «узкое место» в обеспечении качества готовой продукции: передача сырья и товаров со склада на производство, так как присутствуют только учетные документы «приход-расход», а контроль за качеством сырья – визуальный. Нарушение условий и сроков хранения продукции на складе может привести к снижению качества.

Проведено обобщение и систематизированы ло-

кальные документы по этапам товародвижения. На этапе входного контроля целесообразно для выявления некачественной и/или фальсифицированной продукции наличие альбомов с идентификационными признаками (характеристиками) в виде описания поступаемого сырья и товаров, фотографий, маркировки и т. д.

Наличие на рынке сырья разного производителя, качества и ценовой категории делает актуальным применение на предприятиях питания актов разделки с целью выбора поставщиков, актов проработки для получения готового блюда соответствующих потребительских свойств.

Для объективного проведения приемочного контроля целесообразно периодически привлекать в качестве независимых экспертов сотрудников общественных организаций, специалистов контролирующих органов, преподавателей профильных кафедр образовательных учреждений и т. п.

Выводы

Таким образом, при проведении анализа термина товародвижение на основе имеющейся научно-тех-

нической литературы установлено, что, в отличие от традиционного понимания термина товародвижение, определяющего отношения между производителем и потребителем как разных юридических лиц, товародвижение на предприятиях ОП определяет систему взаимоотношений этапов от поступления сырья до реализации готовой продукции в рамках одного предприятия с учетом всех возможных изменений количества и качества продукта в процессе преобразования сырья в продукцию общественного питания.

Для процесса товародвижения на предприятии ОП определены пять основных этапов, для каждого из которых были выявлены особенности, характерные только для процессов на предприятиях общественного питания. Рекомендованы локальные регламентирующие документы, способствующие обеспечению качества и безопасности продукции общественного питания на каждом этапе товародвижения.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. ГОСТ Р 51303-99. Торговля. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2014. – 27 с.
2. Словарь бизнес-терминов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?R1dSuigwuuhuwuy. – Дата обращения: 25.05.2019.
3. Словарь экономических терминов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.economicportal.ru/terms/word-t3.html#t35>. – Дата обращения: 25.05.2019.
4. Внешнеэкономический толковый словарь / И. П. Фаминский, А. С. Булатов, А. Н. Вылегжанин [и др.]. – М. : Инфра-М, 2000. – 512 с.
5. Носова, С. С. Энциклопедический словарь / С. С. Носова. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 512 с.
6. Азрилиян, А. Н. Большой экономический словарь / А. Н. Азрилиян. – М. : Институт новой экономики, 2002. – 1280 с.
7. Особенности моделирования организации общественного питания в региональных условиях / С. В. Новоселов, Л. А. Маюрникова, Н. С. Кокряцкая [и др.] // Ползуновский вестник. – 2013. – № 4–4. – С. 44–49.
8. Попова, В. Б. Статистика / В. Б. Попова. – Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 2009. – 242 с.
9. Ершов, В. Д. Промышленная технология продукции общественного питания / В. Д. Ершов. – СПб. : ГИОРД, 2010. – 232 с.
10. Кузменко, Ю. Г. Развитие понятийно-категориального аппарата логистики торгового обслуживания / Ю. Г. Кузменко, А. В. Шмидт // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2014. – Т. 8, № 3. – С. 162–167.
11. Нешиной, А. С. Финансы и торговля в воспроизводственном процессе: монография / А. С. Нешиной. – М. : «Дашков и К°», 2014. – 560 с.
12. Барковская, Н. А. Государственное регулирование цен на продовольственные товары: проблемы и перспективы / Н. А. Барковская, Л. Н. Минеева // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 7. – С. 63–67.
13. Потеня О. Ф. Концептуальные подходы к выбору рациональных путей товародвижения / О. Ф. Потеня // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Экономические и технические науки. – 2013. – № 3. – С. 24–34.
14. ГОСТ 31985-2013. Услуги общественного питания. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2014. – 12 с.

References

1. State Standard P 51303-99. Trade. Terms and Definitions. Moscow: Standartinform; 2014. 27 p.
2. Slovar' biznes-terminov [Dictionary of business terms] [Internet]. [cited 2019 May 25]. Available from: http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?R1dSuigwuuhuwuy.
3. Slovar' ehkonomicheskikh terminov [Dictionary of economics] [Internet]. [cited 2019 May 25]. Available from: <http://www.economicportal.ru/terms/word-t3.html#t35>.
4. Bulatov AS, Vylegzhanin AN, Faminskiy IP, Zav'yalov PS. Vneshneehkonomicheskii tolkovyy slovar' [Foreign economic dictionary]. Moscow: Infra-M; 2000. 512 p. (In Russ.).

5. Nosova SS. *Ehkonomika: Ehntsiklopedicheskiy slovar'* [Economics: Encyclopedic dictionary]. Moscow: Research and Development Center INFRA-M; 2016. 512 p. (In Russ.).
6. Azriliyan AN. *Bol'shoy ehkonomicheskiy slovar'* [The Big Economic Dictionary]. Moscow: Institute of New Economics; 2002. 1280 p. (In Russ.).
7. Novoselov SV, Mayurnikova LA, Kokryatskaya NS, Makovskaya IS. Features of the simulation catering in regional conditions. *Polzunovsky vestnik*. 2013;(4–4):44–49. (In Russ.).
8. Popova VB. *Statistika* [Statistics]. Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University; 2009. 242 p. (In Russ.).
9. Ershov VD. *Promyshlennaya tekhnologiya produktii obshchestvennogo pitaniya* [Industrial technology food products]. St. Petersburg: GIORД; 2010. 232 p. (In Russ.).
10. Kuzmenko YuG, Schmidt AV. Development of conceptual-categorical apparatus of logistics of commercial services. *Bulletin of South Ural State University. Series: Economics and Management*. 2014;8(3):162–167. (In Russ.).
11. Neshitoy AS. *Finansy i trgovlya v vosпроизvodstvennom protsesse: monografiya* [Finance and trade in the reproduction process: monograph]. Moscow: 'Dashkov and K°'; 2014. 560 p. (In Russ.).
12. Barkovskaya NA, Mineeva LN. State regulation of prices for food products: challenges and prospects. *The Agrarian Scientific Journal*. 2015;(7):63–67. (In Russ.).
13. Potebnya OF. Conceptual approaches to the choice of the rational ways of distribution. *Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ehkonomicheskie i tekhnicheskie nauki* [Bulletin of the Pskov State University. Series: Economic and Technical Sciences]. 2013;(3):24–34. (In Russ.).
14. State Standard 31985-2013. Trade. Catering. Terms and definitions. Moscow: Standartinform; 2014. 12 p.

Сведения об авторах

Крапива Татьяна Валерьевна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организация общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: t.krapiva@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7379-808X>

Уржумова Анна Игоревна

канд. техн. наук, доцент кафедры технологии и организация общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: karchevnaya@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9209-546X>

Алисова Оксана Анатольевна

аспирант кафедры технологии и организация общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: oksana_85-07@mail.ru


Килина Ирина Александровна

канд. псих. наук, доцент кафедры технологии и организация общественного питания, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: nir30@mail.ru

Information about the authors

Tatyana V. Krapiva

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Catering, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: t.krapiva@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7379-808X>

Anna I. Urzhumova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Catering, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: karchevnaya@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9209-546X>

Oksana A. Alisova

Postgraduate Student of the Department of Technology and Organization of Catering, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: oksana_85-07@mail.ru

Irina A. Kilina

Cand.Sci.(Psycho.), Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Catering, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 39-68-56, e-mail: nir30@mail.ru

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-413-422>
УДК 664.14:[613.22+642.58]

Обзорная статья
<http://fptt.ru/>

Основные аспекты создания специализированных кондитерских изделий для питания детей дошкольного и школьного возраста

С. Ю. Мистенева*^{ORCID}, Е. А. Солдатова^{ORCID}, Н. А. Щербакова^{ORCID}, Т. В. Герасимов^{ORCID},
М. А. Талейсник^{ORCID}

Всероссийский научно-исследовательский институт
кондитерской промышленности,
107023, Россия, г. Москва, ул. Электровзаводская, 20

Дата поступления в редакцию: 07.05.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: svetlana_mst@mail.ru



© С. Ю. Мистенева, Е. А. Солдатова, Н. А. Щербакова, Т. В. Герасимов, М. А. Талейсник, 2019

Аннотация. Основная часть продуктов питания, в том числе кондитерских изделий, ориентированных на детскую аудиторию, не отвечает принципам здорового питания, их рецептурный состав формируется без учета требований современного законодательства и результатов исследований в области совершенствования пищевых продуктов. В этой связи на первый план выходит организация производства, выбор сырьевых компонентов, моделирование рецептурного состава специализированных кондитерских изделий с учетом положений Технических регламентов с использованием последних достижений науки и мировых тенденций создания продуктов здорового питания. В статье рассмотрены основные направления совершенствования рецептурного состава специализированных кондитерских изделий для питания детей дошкольного и школьного возрастов, а именно их обогащение недостающими витаминами и минеральными веществами. Проанализированы и приведены критерии, отличающие данную категорию изделий от массовой продукции и выявлен ряд основных проблем развития технологии производства продуктов детского питания в РФ. Рассмотрены и обобщены требования нормативных правовых актов, регулирующих производство кондитерских изделий для детского питания на территории стран Таможенного союза, сделаны выводы о необходимости развития направления специализированной продукции для питания детей и создания единого нормативного документа, регулирующего порядок производства и реализации данного вида продуктов с учетом последних положений государственной политики в соответствии с современными требованиями действующих регламентов. Полученные результаты подтверждают актуальность работ ВНИИКП по разработке ГОСТа на печенье для питания детей дошкольного и школьного возраста.

Ключевые слова. Продукты питания, безопасность, сырье, пищевые добавки, детское питание, дошкольники, школьники, технический регламент

Для цитирования: Основные аспекты создания специализированных кондитерских изделий для питания детей дошкольного и школьного возраста / С. Ю. Мистенева, Е. А. Солдатова, Н. А. Щербакова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 413–422. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-413-422>.

Review article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Effect of Pumpkin Husks on Cracker Dough Fermentation

S.Yu. Misteneva*^{ORCID}, E.A. Soldatova^{ORCID}, N.A. Shcherbakova^{ORCID},
T.V. Gerasimov^{ORCID}, M.A. Taleysnik^{ORCID}

All-Russia Research Institute of the Confectionery Industry,
20, Elektrovzavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023

Received: May 07, 2019
Accepted: August 30, 2019

*e-mail: svetlana_mst@mail.ru



© S.Yu. Misteneva, E.A. Soldatova, N.A. Shcherbakova, T.V. Gerasimov, M.A. Taleysnik, 2019

Abstract. Problems of rational and balanced nutrition for children and teenagers attract the attention of scientists around the world. Nowadays, pediatricians, nutritionists, and parents are interested in researches that study the nature and structure of children's diet. The food market is wide and diverse. However, most foods, including confectionery products for children, do not correspond with the principles of healthy nutrition, food legislation, and the achievements of modern food science. As a result, it is difficult for consumers to select physiologically important products for their children. The government of the Russian Federation has defined the main directions for the development of food products designed for children. The program involves expanding their range and improving their quality and safety. In addition, domestic food industry should be based on technical regulations, the latest scientific achievements, and global trends in production management and choice of raw materials, as well as in the design of specialized

confectionery products and healthy foods. The present paper describes how specialized confectionery products for children of preschool and school age can be improved and fortified with vitamins and minerals. The authors introduce some criteria that distinguish this category from mass products. In this connection, the paper also covers some basic problems of the development of food for children in the Russian Federation. It describes the regulatory legal acts for confectionery products for children in the countries of the Customs Union. The authors believe that there is a need for a single regulatory document to control the development and sales of specialized products for children. The results of the research confirm the relevance of the work performed by the All-Russian Research Institute of Confectionery Industry on the development of State Standards for cookies for preschoolers and schoolchildren.

Keywords. Food products, safety, raw materials, food additives, products for children, preschoolers, schoolchildren, technical regulations

For citation: Misteneva SYu, Soldatova EA, Shcherbakova NA, Gerasimov TV, Taleysnik MA. Basics of Specialized Confectionery Products for Preschoolers and Schoolchildren. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):413–422. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-413-422>.

Введение

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 июля 2018 г. № 1375-р утвержден «План основных мероприятий до 2020 г., проводимых в рамках Десятилетия детства». В этой связи на первый план выступают мероприятия, направленные на совершенствование системы организации питания детей. В качестве результата ожидается разработка предложений по повышению качества и безопасности всех групп пищевой продукции для питания детей, расширению ее ассортимента и увеличению объемов производства и потребления [1].

Полноценное и сбалансированное питание детей и подростков – важное условие, оказывающее существенное влияние на их гармоничный рост, современное созревание функций различных органов и тканей, оптимальные параметры психомоторного и интеллектуального развития, устойчивость организма к действию инфекций и других неблагоприятных внешних факторов. Жизнедеятельность организма сочетается с большим расходом энергии, затрата которой восстанавливается за счет веществ, поступающих с пищей, поэтому питанию придается особое значение. Детский возраст характеризуется высокой интенсивностью обменных процессов, по сравнению с взрослыми, что влечет за собой большую энергетическую потребность [2, 3].

Потребность в общем объеме пищи и в отдельных пищевых веществах у детей и взрослых различная. У детей она в первую очередь зависит от возраста. Растущему организму требуется значительно большее количество белков, минеральных веществ и витаминов, чем взрослому. Именно в период активного роста детей необходимо с особым вниманием относиться к количеству, качеству и составу питания [4, 5].

Целью работы является анализ и обобщение основных направлений совершенствования рецептурного состава и законодательных аспектов создания специализированных кондитерских изделий для питания детей дошкольного и школьного возраста.

Результаты и их обсуждения

Детство – это важнейший период для формирования пищевых предпочтений, которые могут оказывать влияние на пищевое поведение в зрелом возрасте и риск возникновения хронических заболе-

ваний на протяжении всей жизни. Обобщающим показателем для оценки здорового пищевого поведения является качество питания. На качество питания детей и подростков влияет множество факторов, в том числе пищевые привычки родителей, реклама продуктов питания в средствах массовой информации и их доступность.

Разнообразные, высококачественные, питательные и безопасные пищевые продукты, так же как и чистый воздух и чистая вода, имеют определяющее значение для здоровья человека и подрастающего поколения. ВОЗ в исследовании о состоянии здравоохранения в мире выявила взаимосвязь между состоянием питания и возникновением целого ряда заболеваний (рис. 1) [6, 7].

По мнению европейских и российских ученых, основными проблемами, связанными со здоровьем детей дошкольного и школьного возраста во всем мире, являются: ожирение, кариес, отсутствие физической активности и неправильные пищевые привычки, которые в более старшем возрасте приводят к



Рисунок 1. Взаимосвязь между состоянием питания и возникновением заболеваний

Figure 1. Effect of nutrition on morbidity

возникновению сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета [8, 9].

Самой распространённой проблемой во всем мире является ожирение. Результаты исследований двадцатилетнего периода изменений рациона питания детей, проведенных в США, показывают заметное увеличение количества продуктов с высоким содержанием добавленного сахара, соли и твердых жиров. Потребление среди детей вредной продукции (чипсов, соленых сухариков, сладких закусок, пиццы) увеличилось, что привело к существенному росту потребления энергии за счет «пустых» калорий. За 20-летний период общее ежедневное потребление энергии у детей 2–6 лет увеличилось на 109 ккал (с 1475 до 1584). Эпидемический уровень детского ожирения большая проблема. Однако во многих случаях ожирение может быть предотвращено с помощью присутствия в рационе специализированных продуктов питания [8–12].

Мировой опыт показывает, что альтернативными продуктами для перекуса дошкольников и школьников в ближайшей перспективе должны стать так называемые «снековые» продукты с низким содержанием жиров и добавленных сахаров: печенье с высоким содержанием клетчатки и низким содержанием жира и сахара; цельнозерновые злаковые батончики; обезжиренные снеки с низким содержанием соли, без консервантов и с натуральными ароматизаторами и красителями; несоленые орехи и семена; сухофрукты без дополнительного сахара.

Ежегодно общий объем производства функциональных и специализированных продуктов, в том числе для детского питания, в мире возрастает на 15–20 %. В настоящее время на рынке стран Таможенного союза ассортимент продуктов, отвечающих современным медико-биологическим и физиологическим нормам, предназначенных для различных категорий, включая детей, весьма ограничен и значительно отстаёт от мирового уровня.

Современные реалии таковы, что на рынке продуктов питания в изобилии присутствуют разные категории изделий, в том числе и кондитерские, оформленные с использованием детской тематики и формирующие у потребителя впечатление о их принадлежности к специализированной продукции для питания детей. В соответствии с действующим законодательством употребление наименований с использованием придуманных названий, которые ассоциативно воспринимаются как изделия для детского питания (например, печенье «Детское», «Школьное», «Первоклассник»), также как и наличие какого либо указания («изделие детского питания») или изображение ребенка, являются информацией об отличительных признаках продукции и должны быть подтверждены доказательствами, а именно свидетельством о государственной регистрации в графе область применения которого указано – для питания детей дошкольного и школьного возраста. В противном случае это является нарушением Закона «О защите прав потребителей» посредством введения в заблуждение. Несовершенная система стандарти-

зации и регулирования в области создания кондитерских изделий для детского питания не только не может обеспечить поддержание высокого уровня качества специализированной продукции, но и создает предпосылки для различного рода манипуляций в этой сфере [13].

В последние годы в нескольких эпидемиологических исследованиях, проведенных в Германии и США, изучалось потенциальное влияние потребления конфет на факторы риска для здоровья у детей и взрослых, включая массу тела и показатели риска заболеваний, таких как артериальное давление, уровень холестерина и глюкозы в крови. Данные перекрестных исследований ставят под сомнение мнение о том, что употребление конфет у детей и взрослых связано с риском сердечно-сосудистых заболеваний или ожирения. Консультативный комитет по диетическим рекомендациям США в 2010 году пришел к выводу, что умеренное потребление темного шоколада или какао может оказывать положительный эффект на состояние здоровья. Этот вывод был основан на обзоре значительного объема опубликованных исследований, посвященных влиянию какао на сердечно-сосудистую функцию человека. Небольшое количество какао и/или шоколада связано с целым рядом положительных эффектов на состояние сердечно-сосудистой системы. Клинические испытания подтвердили краткосрочные сердечно-сосудистые эффекты от потребления продуктов, богатых флавоноидами какао.

Кондитерские изделия не являются продуктами первой необходимости. Однако они занимают существенное место в структуре рациона питания современного человека, в том числе детей и подростков. Конфеты, пирожные, печенье и шоколад на протяжении всей истории своего существования ассоциативно воспринимаются как атрибуты праздника и хорошего настроения. Ограничение доступа детей к доставляющим удовольствие, но считающимися нездоровыми продуктам, является практикой с потенциально негативными последствиями, включая повышенное желание потребления таких продуктов и тенденцию к последующему перееданию при снятии ограничений [14–16]. Поэтому актуальным и своевременным является решение вопроса разработки технологий и рецептур специализированных кондитерских изделий для детского питания с учетом научно-обоснованных принципов и подходов, отвечающих требованиям современного законодательства.

Среди приоритетных путей развития в области детского питания в кондитерской промышленности можно выделить следующие: разработка технологий для расширения ассортимента изделий функциональной направленности с заданными свойствами, с содержанием физиологически значимых природных компонентов, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон за счет использования нерафинированного растительного сырья для поддержания нормальной жизнедеятельности организма, в том числе плодоовощного сырья отечественного производства как богатого источника ценных пищевых

компонентов (белков, пищевых волокон, витаминов, органических кислот и др.); ужесточение контроля качества сырья и продуктов для детского питания по показателям качества и безопасности, разработка методик их определения; исследования и разработка технологий масложировой продукции для детского питания; разработка и применение новых видов современных безопасных упаковочных материалов, обеспечивающих сохранность внешнего вида и заявленных свойств готовых изделий в течение всего срока годности.

В настоящее время на территории стран таможенного союза требования к производству продуктов детского питания законодательно закреплены в Технических регламентах: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». Упаковка продуктов детского питания должна соответствовать требованиям Технического регламента ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» и обеспечивать безопасность и сохранность пищевой ценности на всех этапах их оборота.

Терминологические понятия и требования к пищевой продукции для детского питания представлены в ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В соответствии с определением термина к этой категории относится специализированная пищевая продукция, предназначенная для детского питания (для детей раннего возраста от 0 до 3 лет, детей дошкольного возраста от 3 до 6 лет, детей школьного возраста от 6 лет и старше), отвечающая соответствующим физиологическим потребностям детского организма и не причиняющая вред здоровью ребенка соответствующего возраста.

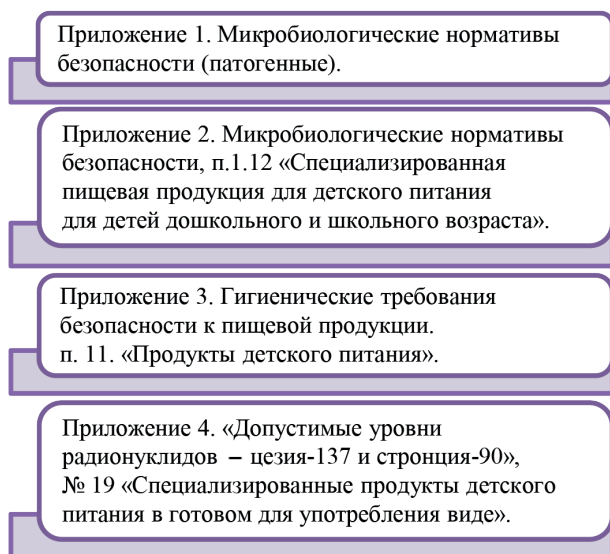


Рисунок 2. Приложения к ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», регламентирующие производство пищевых продуктов для детей старше трех лет

Figure 2. Technical Regulations 021/2011 ‘On food safety’ concerning the production of food for children older than three years of age

Основными отличиями кондитерских изделий для детского питания от аналогичных изделий, ориентированных на массового потребителя, являются более жесткие требования к показателям безопасности. Требования к показателям безопасности кондитерских изделий для питания детей дошкольного и школьного возраста изложены в соответствующих Приложениях к Техническому Регламенту 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (рис. 2).

Кроме того, к изделиям для питания детей дошкольного и школьного возраста предъявляются особые требования к их рецептурному составу, используемому сырью и полуфабрикатам, химическому составу, пищевой и энергетической ценности и ряду других показателей (рис. 3).

Статьей 8 Технического регламента 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» установлен перечень сырья и рецептурных компонентов, которые не допускаются для использования в производстве кондитерских изделий для детского питания.

Использование ароматизаторов и красителей является неотъемлемой частью процесса создания кондитерских изделий. Большую роль тут играют традиции, привычки, ощущение гармонии, которое возникает в организме человека при употреблении пищевых продуктов с определенным приятным вкусом и ароматом. Большинство современных продуктов питания содержат искусственные ароматизаторы и красители, которые изначально являются химическими веществами. Они относительно дешевы и более устойчивы к внешним воздействиям по сравнению с их натуральными аналогами. Результатами ряда исследований доказано, что искусственные ароматизаторы и красители могут оказывать неблагоприятное воздействие на состояние здоровья и не могут считаться безопасными для потребления [17, 18].



Рисунок 3. Основные отличия МКИ для детского питания

Figure 3. Main requirements for children’s diet

Натуральные ароматизаторы включают только натуральные компоненты, т. е. химические соединения или их смеси, выделенные из натурального сырья с применением физических, ферментативных или микробиологических процессов. Натуральные красители (пигменты) получают из биологических источников, таких как растения, насекомые и микроорганизмы.

При создании кондитерских изделий для детского питания для придания аромата и вкуса допускается использовать только натуральные красители и пищевые ароматизаторы или ванилин [19]. Натуральное происхождение ароматизаторов и красителей должно подтверждаться документально.

В соответствии с требованиями статьи 7 ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» пищевые добавки должны применяться при производстве продукции в минимальном количестве, которое необходимо для достижения технологического эффекта. Содержание в пищевой продукции пищевых добавок контролируется по закладке и/или с применением аналитических методов исследования [20]. Предприятиями-изготовителями кондитерских изделий для детского питания при разработке нормативно-технической документации должны быть в обязательном порядке установлены методы и периодичность контроля за применением и содержанием пищевых добавок в готовой продукции.

Одним из основных ингредиентов кондитерских изделий является жир. Он участвует в формировании характерной структуры изделия и его сенсорных характеристик. Входящие в состав изделия жиры оказывают значительное влияние на хранимоспособность готовой продукции, ее функциональные (мягкость, текстуру, структурную целостность) и технологические (удержание пузырьков воздуха, теплообмен тестовых заготовок, увеличение срока годности) свойства. Оптимальным для использования в производстве большинства видов мучных кондитерских изделий является жир, находящийся при комнатной температуре в твердом или полутвердом состоянии, что подразумевает увеличение содержания насыщенных жирных кислот. Считается, что потребление с пищей насыщенного жира сопряжено с повышенным риском болезней системы кровообращения. Исследования последних лет показали, что определяющим моментом является не общее количество потребляемого жира, а его состав. В современных медицинских рекомендациях указывается желательное потребление жиров в количестве около 30 % от общей калорийности рациона. Из них на насыщенные жиры может приходиться не более одной трети. Существует серьезная доказательная база, подтверждающая снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний при замене насыщенных жирных кислот (НЖК) в продуктах питания полиненасыщенными (ПНЖК) с достаточным количеством омега-3-ПНЖК и мононенасыщенными жирными кислотами (МНЖК). Эпидемиологические исследования, про-

веденные в ряде стран, доказали прямую связь трансизомеров жирных кислот, основным источником поступления которых являются гидрогенизированные жиры, с сердечно-сосудистыми заболеваниями, раком молочной железы, сокращением периода беременности, нарушениями нервной системы и зрения у детей, раком толстой кишки, диабетом, ожирением и аллергией [21–23].

В соответствии с ТР ТС 021/2011 при производстве изделий для детей дошкольного и школьного возраста запрещено использовать гидрогенизированные жиры и масла. Критерием оценки возможности использования жиров в питании детей является показатель перекисного числа жира, характеризующий первую степень окисления. В соответствии с ТР ТС 021/2011 при производстве изделий для детей дошкольного и школьного возраста запрещено использование растительных масел с перекисным числом более 2 ммоль активного кислорода/кг жира. При использовании растительных масел в рецептурах пищевых продуктов, предназначенных для питания детей и подростков, следует использовать рафинированные и дезодорированные растительные масла (за исключением хлопкового), очищенные от физических и химических примесей, нежелательного цвета и запаха.

Известно, что качество используемого жира оказывает существенное влияние на пищевую ценность готовых изделий, срок годности и стабильность в процессе хранения. Для комплексной оценки состояния жиров и масел НИИ кондитерской промышленности рекомендует дополнительно исследовать следующие показатели:

- жирнокислотный состав – показывает риск изменений органолептических показателей в процессе хранения в результате окислительных и микробиологических процессов. По данным жирнокислотного состава можно предварительно оценить скорость окислительных изменений и идентифицировать виды используемого сырья;
- кислотное число – характеризует степень расщепления жира и наличие свободных жирных кислот. Чем больше кислотное число, тем жир быстрее прогоркает;

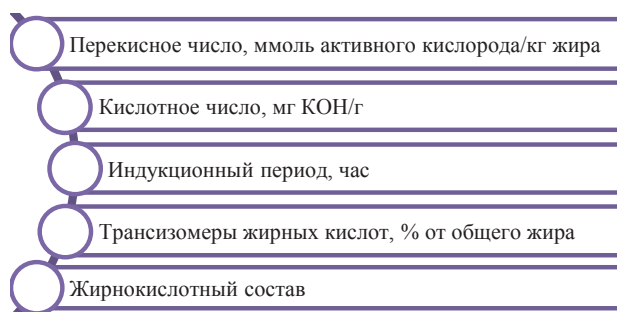


Рисунок 4. Перечень рекомендуемых качественных показателей жирового продукта, используемого в производстве кондитерских изделий для детского питания

Figure 4. Recommended quality indicators for the fats to be used in confectionery products for children

– индукционный период – показатель, который характеризует стабильность жира к окислительным процессам и выражается промежутком времени между моментом, когда образец жира достигает заданной температуры, и моментом, когда начинает быстро возрастать скорость образования продуктов окисления. Является одним из способов ускоренного тестирования и средством прогнозирования, позволяющим избежать проведения длительных испытаний сроков хранения (рис. 4) [24].

Несмотря на то, что ограничения по содержанию жира в изделии регламентом ТР ТС Т 021/2011 не установлены, по мнению специалистов ВНИИ кондитерской промышленности количество жира в мучных кондитерских изделиях для детского питания должно быть скорректировано в сторону уменьшения (не более 20 %). Необходимость оптимизации состава изделий служит действенным средством, стимулирующим производителя к применению принципов здорового питания при разработке рецептур.

Одним из основных видов сырья, используемого в производстве традиционных кондитерских изделий, является сахар. Рекомендуемый уровень суммарного суточного поступления с рационом добавленного сахара не превышает 50 г/сутки, что составляет менее 10 % калорийности рациона из расчета 2000 ккал/сутки для населения в целом. Эти рекомендации входят в инициативу ВОЗ и справедливы для детей старше 3 лет и взрослых. Согласно данным Национальной экспертизы здоровья и питания США за 2009–2012 годы доля дополнительной энергии, поступающая с добавленными сахарами, составила $14,3 \pm 0,2$ % (у детей 2–8 лет), $16,2 \pm 0,2$ % (у детей и подростков 9–18 лет) и $13,1 \pm 0,2$ % (у молодежи ≥ 19 лет). Основными источниками поступления в организм детей и подростков добавленных сахаров являются: сладкие готовые злаковые завтраки, сладкие хлебобулочные и кондитерские изделия, напитки и йогурты. Усилия общественного здравоохранения по сокращению потребления добавленных сахаров должны быть направлены на уменьшение употребления детьми сладких газированных напитков, а затем сладких хлебобулочных и кондитерских изделий. Производителей пищевых продуктов следует также поощрять к уменьшению содержания добавленных сахаров в продуктах питания, способствуя тем самым снижению их калорийности [25]. Согласно статье 8 ТР ТС 021/2011 в печенье для детского питания не должно быть более 25 % добавленного сахара.

Основным ингредиентом мучных кондитерских изделий является мука пшеничная высшего сорта, содержание которой в рецептуре может варьироваться от 55 до 65 %. Мука пшеничная высшего сорта состоит из тонкоизмельченных частиц центральной части эндосперма и практически очищена от отрубей (пищевых волокон). Технология производства предотвращает потери большого количества нативных витаминов и минеральных веществ, которые удаляются вместе с периферийными частями зерна. Доказано, что пищевые волокна являются эволюционно важным компонентом пищи, играют существенную роль

в нормализации деятельности желудочно-кишечного тракта, увеличивают массу мышечного слоя, влияют на его моторную активность, скорость всасывания пищевых веществ в тонкой кишке и т. д. С целью обоснования эффективности роли цельного зерна в качестве терапевтического средства при диабете 2 типа, сердечно-сосудистых заболеваниях, раке и ожирении в США был проведен ряд исследований, в результате которых было подтверждено его положительное влияние на снижение риска возникновения указанных заболеваний. Потенциальные преимущества этих результатов позволяют предположить, что потребление около 45 грамм цельного зерна в день может быть оправданной целью общественного здравоохранения [26–28]. ВНИИ кондитерской промышленности рекомендует при формировании рецептурного состава специализированных изделий для питания детей в качестве альтернативного сырья использовать муку цельнозерновую, повышая их пищевую ценность и обеспечивая создание полезных для здоровья продуктов.

Важным этапом совершенствования состава и технологии производства кондитерских изделий для детского питания является их обогащение недостающими витаминами и минеральными веществами. Витамины и минеральные вещества необходимы для роста и обмена веществ. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, более 2 миллиардов человек испытывают дефицит ключевых витаминов и минералов. Учитывая их повышенные потребности в питательных веществах, группы, которые уязвимыми к дефициту витаминов и микроэлементов, являются маленькие дети, беременные и кормящие женщины. Обогащение пищи является одной из безопасных и эффективных стратегий, которая может быть использована для предотвращения дефицита витаминов и минералов [29].

Основным требованием к технологии мучных кондитерских изделий, обогащенных микронутриентами или другими добавками, является достижение максимальной равномерности распределения компонентов в каждом единичном изделии. Критерием оценки качества обогащенных кондитерских изделий является контроль за регламентируемым содержанием микронутриентов в течение всего срока годности продукции.

Согласно статье 4 Технического регламента 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» при разработке обогащенной пищевой продукции вещества, используемые для обогащения, должны быть доведены до уровня источника пищевого вещества и не превышать безопасный уровень их потребления.

Определение регламентируемых норм по содержанию витаминов и микроэлементов для детей зависит от возраст и пола ребенка и проводится в соответствии с Методическими рекомендациями 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах» и Методическими рекомендациями 2.3.1.1915-04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ».

Согласно статье 7 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» сроки годности и условия хранения кондитерских изделий для детского питания устанавливаются изготовителем. Принадлежность кондитерских изделий к категории продуктов для питания детей дошкольного и школьного возраста подтверждается свидетельством о государственной регистрации, которая осуществляется на этапе подготовки продукции к производству, и дает право на производство и реализацию продукции на потребительском рынке стран Таможенного союза. Подтверждением соответствия продукции, подлежащей госрегистрации, установленным требованиям, является наличие на товаре или его потребительской упаковке и сопроводительной документации номера и даты выдачи свидетельства, а также внесение информации о продукции в единый реестр специализированной пищевой продукции.

Выводы

На сегодняшний день существуют несколько основных проблем развития кондитерской отрасли детского питания: ограниченность сырьевых ресурсов, в частности натуральных компонентов, подвергнутых минимальной технологической обработке с сохранением природных функционально-значимых для детского организма веществ; повышенные требования к качественным характеристикам и показателям безопасности сырья для производства кондитерских изделий детского питания ведет к существенному возрастанию его стоимости; отсутствие у предприятий отрасли четкого представления и понимания порядка разработки и внедрения специализированной продукции создает объективные трудности по развитию и расширению этой группы изделий. Тем не менее, спрос на специализированные кондитерские изделия для питания детей старше трех лет, а вместе с тем и рынок данной продукции будет неуклонно развиваться и расти, следуя мировым тенденциям. Благодаря этому возрастет потребность в инновационных технологиях, рецептурах, разработанных с учетом современных требований к данной группе изделий, усовершенствованных путем снижения содержания сахара и соли, регламентирования содержания жира и его качественных характеристик,

обогащенных витаминами и микроэлементами, в том числе за счет использования нерафинированного растительного сырья и с учетом актуальных принципов здорового питания. Для того, чтобы кондитерские изделия для питания детей заняли свою нишу на рынке, необходимо усилить просветительскую и разъяснительную работу среди населения с привлечением средств массовой информации, организации специальных программ и публикаций, в том числе с участием врачей и диетологов. Анализ современного законодательства в области пищевых продуктов для питания детей старше трех лет выявил направленность его требований на обеспечение микробиологической и гигиенической безопасности данной группы изделий. Актуальной задачей является разработка единого нормативного документа, содержащего требования к качеству и безопасности сырья и готовой продукции, ее пищевой и энергетической ценности в соответствии с физиологическими потребностями детского организма, требования к маркировке, упаковке, транспортированию и хранению, обеспечивая защиту потребителей от некачественной и фальсифицированной продукции. С целью обеспечения качества, безопасности и повышения конкурентоспособности Российской продукции для детского питания ВНИИКП приступил к разработке ГОСТа на печенье для питания детей дошкольного и школьного возраста.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Материалы подготовлены как часть работы авторов.

Место проведения работы

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН.

Список литературы

1. План основных мероприятий до 2020 года, проводимых в рамках Десятилетия детства. Распоряжение Правительства РФ от 06.06.2018 г. № 1375-р // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2018. – № 29 (4475). – С. 10149–10157.
2. Кудиярова, М. Ж. Гигиена детей и подростков / М. Ж. Кудиярова. – Бишкек : Кыргызско-Российский Славянский университет, 2017. – 86 с.
3. Kleinman, R. F. Pediatric nutrition / R. F. Kleinman, F. R. Greer. – American Academy of Pediatrics, 2013. – 1477 p.
4. Подколзина, В. А. Детское питание. Полный справочник / В. А. Подколзина, Г. Ю. Лазарева, Э. А. Муллаярова. – Воронеж : Научная книга, 2013. – 830 с.
5. Параничева, Т. М. Динамика состояния здоровья детей дошкольного и младшего школьного возраста / Т. М. Параничева, Е. В. Тюрина // Новые исследования. – 2012. – Т. 33, № 4. – С. 68–78.
6. Global Action Plan for the Prevention and Control of NCDs 2013–2020. – Geneva : World Health Organization, 2013. – 103 p.
7. Food and health in Europe: a new basis for action / A. Robertson, C. Tirado, T. Lobstein [et al.]. – Copenhagen : World Health Organization, 2004. – 502 p.

8. Food and nutrition policy for schools: a tool for the development of school nutrition programmes in the European Region. – Copenhagen : World Health Organization, 2006. – 58 p.
9. Стратегия «Здоровье и развитие подростков России» (гармонизация Европейских и Российских подходов к теории и практике охраны и укрепления здоровья подростков). – М. : Научный центр здоровья детей РАМН, 2010. – 54 с.
10. Ford, C. N. Trends in Dietary Intake among US 2- to 6-Year-Old Children, 1989–2008 / C. N. Ford, M. M. Slining, B. M. Popkin // Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. – 2013. – Vol. 113, № 1. – P. 35–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.08.022>.
11. Садыкова, Д. И. Профилактика ожирения в детском возрасте / Д. И. Садыкова // Практическая медицина. – 2013. – Т. 75, № 6. – С. 25–29.
12. Gu, X. Dietary quality of the US child and adolescent population: trends from 1999 to 2012 and associations with the use of federal nutrition assistance programs / X. Gu, K. L. Tucker // American Journal of Clinical Nutrition. – 2017. – Vol. 105, № 1. – P. 194–202. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.135095>.
13. Солдатова, Е. А. Особенности современной законодательной базы производства мучных кондитерских изделий для детского питания / Е. А. Солдатова, Т. В. Савенкова, С. Ю. Мистенева // Кондитерское производство. – 2014. – № 1. – С. 6–8.
14. O’Neil, C. E. Association of candy consumption with body weight measures, other health risk factors for cardiovascular disease and diet quality in US children and adolescents: NHANES 1999–2004 / C. E. O’Neil, V. L. Fulgoni, T. A. Nicklas // Food and Nutrition Research. – 2011. – Vol. 55. DOI: <https://doi.org/10.3402/fnr.v55i0.5794>.
15. Food intake and overweight in school-aged children in Germany: results of the GINIplus and LISAPLUS studies / Z. Pei, C. Flexeder, E. Fuentres [et al.] // Annals of Nutrition and Metabolism. – 2014. – Vol. 64, № 1. – P. 60–70. DOI: <https://doi.org/10.1159/000362694>.
16. Candy Consumption Patterns, Effects on Health, and Behavioral Strategies to Promote Moderation: Summary Report of a Roundtable Discussion / R. L. Duyff, L. L. Birch, C. Byrd-Bredbenner [et al.] // Advances in Nutrition. – 2015. – Vol. 6, № 1. – P. 139S–146S. DOI: <https://doi.org/10.3945/an.114.007302>.
17. Нечаев, А. П. Пищевые добавки / А. П. Нечаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. – М. : Колос, 2001. – 256 с.
18. Grumezescu, A. M. Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes. Volume 7 (Handbook of Food Bioengineering) / A. M. Grumezescu, A.-M. Holban. – Academic Press, 2018. – 566 p.
19. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – 2011.
20. ТР ТС 029/2012 Технический регламент Таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». – 2011.
21. Briggs, M. A. Saturated Fatty Acids and Cardiovascular Disease: Replacements for Saturated Fat to Reduce Cardiovascular Risk / M. A. Briggs, K. S. Petersen, P. M. Kris-Etherton // Healthcare. – 2017. – Vol. 5, № 2. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare5020029>.
22. Trans fats-sources, health risks and alternative approach – A review / V. Dhaka, N. Gulia, K. S. Ahlawat [et al.] // Journal of Food Science and Technology. – 2011. – Vol. 48, № 5. – P. 534–541. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0225-8>.
23. Micha, R. Trans fatty acids: Effects on cardiometabolic health and implications for policy / R. Micha, D. Mozaffarian // Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids. – 2008. – Vol. 79, № 3–5. – P. 147–152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2008.09.008>.
24. Кондратьев, Н. Б. Влияние окислительной стабильности жиров сырья на сроки годности печенья / Н. Б. Кондратьев // Кондитерское производство. – 2012. – № 2. – С. 26–28.
25. Sources of Added Sugars in Young Children, Adolescents, and Adults with Low and High Intakes of Added Sugars / R. L. Bailey, V. L. Fulgoni, A. E. Cowan [et al.] // Nutrients. – 2018. – Vol. 10, № 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10010102>.
26. Нилова, Л. П. Товароведение и экспертиза зерномучных товаров / Л. П. Нилова. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 416 с.
27. Научные основы здорового питания / В. А. Тутельян, А. Н. Разумов, А. И. Вялков [и др.]. – М. : Панорама, 2010. – 816 с.
28. McRaen, M. P. Health Benefits of Dietary Whole Grains: An Umbrella Review of Meta-analyses / M. P. McRaen // Journal of Chiropractic Medicine. – 2017. – Vol. 16, № 1. – P. 10–18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.08.008>.
29. Micronutrient fortification of food and its impact on woman and child health: a systematic review / J. K. Das, R. A. Salam, R. Kumar [et al.] // Systematic reviews. – 2013. – Vol. 2. – P. 67. DOI: <https://doi.org/10.1186/2046-4053-2-67>.


References

1. Plan osnovnykh meropriyatii do 2020 goda, provodimykh v ramkakh Desyatiletia detstva: Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 06.06.2018 g. № 1375-r [The plan of main activities up to 2020 in the framework of the Decade of childhood. Order of the Government of the Russian Federation, June 6, 2018, No. 1375-p]. Sobranie zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsii [Legislation of the Russian Federation]. 2018;(29)(4475):10149–10157.
2. Kudiyarova MZh. Gigena detey i podrostkov [Hygiene of children and teenagers]. Bishkek: Kyrgyz-Russian Slavic University; 2017. 86 p. (In Russ.).
3. Kleinman RF, Greer FR. Pediatric nutrition. American Academy of Pediatrics; 2013. 1477 p.
4. Podkolzina VA, Lazareva GYu, Mullayarova EhA. Detskoe pitanie. Polnyy spravochnik [Food for children. Complete reference book]. Voronezh: Nauchnaya kniga; 2013. 830 p. (In Russ.).
5. Parancheva TM, Tyurina EV. Dinamika sostoyaniya zdorov'ya detey doshkol'nogo i mladshego shkol'nogo


- vozrasta [Dynamics of the state of health of children of preschool and primary school age]. *Novye issledovaniya* [New Studies]. 2012;33(4):68–78. (In Russ.).
6. Global Action Plan for the Prevention and Control of NCDs 2013–2020. Geneva: World Health Organization; 2013. 103 p.
7. Robertson A, Tirado C, Lobstein T, Jermini M, Knai C, Jensen JH, et al. Food and health in Europe: a new basis for action. Copenhagen: World Health Organization; 2004. 502 p.
8. Food and nutrition policy for schools: a tool for the development of school nutrition programmes in the European Region. Copenhagen: World Health Organization; 2006. 58 p.
9. Strategiya ‘Zdorov’e i razvitie podrostkov Rossii’ (garmonizatsiya Evropeyskikh i Rossiyskikh podkhodov k teorii i praktike okhrany i ukrepleniya zdorov’ya podrostkov) [Strategy ‘Health and development of adolescents in Russia’ (harmonization of European and Russian approaches to the theory and practice of protection and promotion of adolescent health)]. Moscow: National Medical Research Center for Children’s Health; 2010. 54 p. (In Russ.).
10. Ford CN, Slining MM, Popkin BM. Trends in Dietary Intake among US 2- to 6-Year-Old Children, 1989–2008. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2013;113(1):35–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.08.022>.
11. Sadykova DI. Prophylaxis of obesity in childhood. *Practical medicine*. 2013;75(6):25–29. (In Russ.).
12. Gu X, Tucker KL. Dietary quality of the US child and adolescent population: trends from 1999 to 2012 and associations with the use of federal nutrition assistance programs. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2017;105(1):194–202. DOI: <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.135095>.
13. Soldatova EA, Misteneva SYu, Savenkova TV. Features of Modern Legislative Base of Flour Confectionery Products Manufacturing for Baby Nutrition. *Confectionery manufacture*. 2014;(1):6–8. (In Russ.).
14. O’Neil CE, Fulgoni VL, Nicklas TA. Association of candy consumption with body weight measures, other health risk factors for cardiovascular disease and diet quality in US children and adolescents: NHANES 1999–2004. *Food and Nutrition Research*. 2011;55. DOI: <https://doi.org/10.3402/fnr.v55i0.5794>.
15. Pei Z, Flexeder C, Fuertes E, Standl M, Buyken A, Berdel D, et al. Food intake and overweight in school-aged children in Germany: results of the GINIplus and LISAPlus studies. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2014;64(1):60–70. DOI: <https://doi.org/10.1159/000362694>.
16. Duyff RL, Birch LL, Byrd-Bredbenner C, Johnson SL, Mattes RD, Murphy MM, et al. Candy Consumption Patterns, Effects on Health, and Behavioral Strategies to Promote Moderation: Summary Report of a Roundtable Discussion. *Advances in Nutrition*. 2015;6(1):139S–146S. DOI: <https://doi.org/10.3945/an.114.007302>.
17. Nechaev AP, Kochetkova AA, Zaytsev AN. Pishchevye dobavki [Food additives]. Moscow: Kolos; 2001. 256 p. (In Russ.).
18. Grumezescu AM, Holban A-M. Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes. Volume 7 (Handbook of Food Bioengineering). Academic Press; 2018. 566 p.
19. TR TS 021/2011. Tekhnicheskiiy reglament Tamozhennogo soyuza ‘O bezopasnosti pishchevoy produktsii’ [RP of the Customs Union 021/2011. Technical regulations of the Customs Union ‘On food safety’]. 2011.
20. TR TC 029/2012 Tekhnicheskiiy reglament Tamozhennogo soyuza ‘Trebovaniya bezopasnosti pishchevykh dobavok, aromatizatorov i tekhnologicheskikh vspomogatel’nykh sredstv’ [Technical Regulations of the Customs Union TR CU 029/2012 ‘Safety requirements for food additives, flavors, and technological aids’].
21. Briggs MA, Petersen KS, Kris-Etherton PM. Saturated Fatty Acids and Cardiovascular Disease: Replacements for Saturated Fat to Reduce Cardiovascular Risk. *Healthcare*. 2017;5(2). DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare5020029>.
22. Dhaka V, Gulia N, Ahlawat KS, Khatkar BS. Trans fats-sources, health risks and alternative approach – A review. *Journal of Food Science and Technology*. 2011;48(5):534–541. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0225-8>.
23. Micha R, Mozaffarian D. Trans fatty acids: Effects on cardiometabolic health and implications for policy. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 2008;79(3–5):147–152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2008.09.008>.
24. Kondratiev NB. Effect That Oxidation Stability of Ingredient Fats Has on Shelf Life of Cookies. *Confectionery manufacture*. 2012;(2):26–28. (In Russ.).
25. Bailey RL, Fulgoni VL, Cowan AE, Gaine PC. Sources of Added Sugars in Young Children, Adolescents, and Adults with Low and High Intakes of Added Sugars. *Nutrients*. 2018;10(1). DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10010102>.
26. Nilova LP. Tovarovedenie i ehkspertiza zernomuchnykh tovarov [Merchandising and examination of grain products]. St. Petersburg: GIOR; 2005. 416 p. (In Russ.).
27. Tutel’yan VA, Razumov AN, Vyalkov AI, Mikhaylov VI, Moskalenko KA, Odinets AG, et al. Nauchnye osnovy zdorovogo pitaniya [Scientific bases of healthy nutrition]. Moscow: Panorama; 2010. 816 p. (In Russ.).
28. McRaen MP. Health Benefits of Dietary Whole Grains: An Umbrella Review of Meta-analyses. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2017;16(1):10–18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.08.008>.
29. Das JK, Salam RA, Kumar R, Bhutta ZA. Micronutrient fortification of food and its impact on woman and child health: a systematic review. *Systematic reviews*. 2013;2:67. DOI: <https://doi.org/10.1186/2046-4053-2-67>.

Сведения об авторах


Мистенева Светлана Юрьевна

научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, 107023, Россия, г. Москва, ул. Электрозаводская, 20, тел.: +7 (495) 962-17-35, e-mail: svetlana_mst@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1439-7972>


Солдатова Елена Александровна

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, 107023, Россия, г. Москва, ул. Электрозаводская, 20, тел.: +7 (495) 962-17-35, e-mail: confect@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-0957-0192>


Щербакова Наталья Алексеевна

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, 107023, Россия, г. Москва, ул. Электрозаводская, 20, тел.: +7 (495) 962-17-35, e-mail: labmki@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-0466-9612>

Герасимов Тимофей Викторович


канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, 107023, Россия, г. Москва, ул. Электрозаводская, 20, тел.: +7 (495) 962-17-35, e-mail: mki.niikp@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5568-2120>

Талейсник Михаил Александрович


канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности, 107023, Россия, г. Москва, ул. Электрозаводская, 20, тел.: +7 (495) 962-17-35, e-mail: labmki@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6289-8456>

Information about the authors


Svetlana Yu. Misteneva

Researcher, All-Russian Research Institute of the Confectionery Industry, 20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023, phone: +7 (495) 962-17-35, e-mail: svetlana_mst@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1439-7972>


Elena A. Soldatova

Cand.Sci.(Eng.), Leading Researcher, All-Russian Research Institute of the Confectionery Industry, 20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023, phone: +7 (495) 962-17-35, e-mail: confect@ya.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-0957-0192>


Natalia A. Shcherbakova

Cand.Sci.(Eng.), Leading Researcher, All-Russian Research Institute of the Confectionery Industry, 20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023, phone: +7 (495) 962-17-35, e-mail: labmki@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-0466-9612>

Timofey V. Gerasimov

Cand.Sci.(Eng.), Leading Researcher, All-Russian Research Institute of the Confectionery Industry, 20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023, phone: +7 (495) 962-17-35, e-mail: mki.niikp@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-5568-2120>

Mikhail A. Taleysnik

Cand.Sci.(Eng.), Leading Researcher, All-Russian Research Institute of the Confectionery Industry, 20, Electrozavodskaya Str., Moscow, Russia, 107023, phone: +7 (495) 962-17-35, e-mail: labmki@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-6289-8456>

Трансформация жирнокислотного профиля при созревании сыра камамбер из овечьего молока

Т. В. Вобликова^{1,*}, В. В. Садовой², Л. И. Барыбина²

¹ ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»,
355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12

² ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1

Дата поступления в редакцию: 03.06.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: tppshp@mail.ru



© Т. В. Вобликова, В. В. Садовой, Л. И. Барыбина, 2019

Аннотация. Овечье молоко содержит жирные кислоты, которые могут оказывать положительное влияние на здоровье человека, а его производство может означать экономическую прибыль. Целью настоящего исследования стало изучение особенностей жирнокислотного профиля и качества липидов жировой фазы сыра типа камамбер из овечьего молока и трансформации состава жирных кислот в процессе созревания. Объект исследования – мягкий сыр типа камамбер из овечьего молока. Исследование жирнокислотного состава сыра выполнялось с применением метода газовой хроматографии. Установлены значительные различия в концентрациях жирных кислот в процессе созревания. Отмечено увеличение концентрации короткоцепочечных жирных кислот: масляной (C4:0) капроновой (C6:0), каприловой (C8:0), что может быть связано со специфичностью липаз продуцируемых микроорганизмами, участвующими в процессе созревания. На 14 день созревания концентрация лауриновой кислоты (C12:0) увеличилась на 30 %, миристиновой кислоты (C14:0) – на 13 % по сравнению с исходной концентрацией в начале срока созревания. В начале срока созревания изомер C18:1n9t составлял около 70 % от общего количества транс-изомеров жирных кислот. В процессе созревания концентрация C18:1n9t снизилась на 98 %. Установлено, что независимо от периода созревания жирные кислоты C10:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1t11 и C18:1c9 составляли около 73 % от суммы всех жирных кислот. Увеличение в процессе созревания сыра концентрации гиперхолестеринемических и снижение гипохолестеринемических жирных кислот оказало влияние на увеличение индекса атерогенности и тромбогенного индекса. Установлено, что жирные кислоты с менее чем двенадцатью атомами углерода характеризуют особенность жирнокислотного состава жировой фазы овечьего молока и могут быть использованы для обнаружения в сыре замены овечьего молока молоком других видов животных.

Ключевые слова. Сыр, технология, липиды, жирные кислоты, созревание

Для цитирования: Вобликова, Т. В. Трансформация жирнокислотного профиля при созревании сыра камамбер из овечьего молока / Т. В. Вобликова, В. В. Садовой, Л. И. Барыбина // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 423–430.
DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-423-430>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Sheep's Milk Camembert Ripening: Transformation of Fatty-Acid Profile

T.V. Voblikova^{1,*}, V.V. Sadovoy², L.I. Barybina²

¹ Stavropol State Agrarian University,
12, Zootekhnicheskyy Lane, Stavropol, 355017, Russia

² North-Caucasus Federal University,
1, Pushkin Str., Stavropol, 355017, Russia

Received: June 03, 2019
Accepted: August 30, 2019

*e-mail: tppshp@mail.ru



© T.V. Voblikova, V.V. Sadovoy, L.I. Barybina, 2019

Abstract. Sheep's milk contains fatty acids that have a positive effect on human health. Besides, its production is economically profitable. Thus, fatty-acid profile of cheese and its transformation during maturing remain relevant for scientific research. The present research featured the quality of lipids during the fatty phase of soft-ripened Camembert-type cheese. Its fatty-acid profile was studied using a method of gas chromatography. A set of experiments established significant changes in the concentration of fatty acids during maturing. The concentration of short chain fatty acids increased, namely that of butyric acid (C4:0), butylacetic acid (C6:0), and hexylacetic acid (C8:0). The trend can be associated with the specific lipases produced by microorganisms during ripening. On day 14, the concentration of lauric acid (C12:0) increased by 30% and that of myristic acid (C14:0) – by 13%, as

compared with day 1. The initial concentration of C18:1n9t isomer was about 70% of the total amount of trans-isomers of fatty acids. After maturing, its concentration decreased by 98%. The concentration of C10:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1t11, and C18:1c9 fatty acids equaled 73% of the total amount of fatty acids during all periods of ripening. The concentration of hypercholesterolemic fatty acids increased and that of hypocholesteremic fatty acids decreased during ripening, which raised the Atherogenic and thrombogenic indices. Fatty acids with ≤ 12 carbon atoms were found characteristic of fatty acid profile of sheep's milk Camembert. They can be used to detect other milk in sheep's milk cheese.

Keywords. Cheese, technology, lipids, fatty acids, maturing

For citation: Voblikova TV, Sadovoy VV, Barybina LI. Sheep's Milk Camembert Ripening: Transformation of Fatty-Acid Profile. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):423–430. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-423-430>.

Введение

Молочный жир является основным компонентом большинства сортов сыра. Из-за этого многие потребители ограничивают потребление сыра, т. к. более 60 % от общего количества жирных кислот в молочном жире составляют насыщенные жирные кислоты. Потребление молочных продуктов с низким содержанием жиров в последние годы становится все более популярным среди потребителей, заботящихся о своем здоровье. Это привело к разработке новых молочных продуктов с улучшенным жирнокислотным составом [1, 4, 8, 11, 12, 19]. Однако снижение жира представляет собой сложную проблему, поскольку жир важен для текстуры и вкуса молочных продуктов, таких как сыр [2]. Уменьшение жира в сырах приводит к нежелательной текстуре, отсутствию характерного вкуса или наличию посторонних ароматов. Поэтому актуальным является исследование технологических процессов, формирующих сенсорные качества сыров [13, 14, 17].

Белая тонкая корочка с поверхностной плесенью *Penicillium camemberti* образует сложную экосистему. Для производства сыра типа камамбер из пастеризованного молока применяются *Penicillium camemberti*, *Geotrichum candidum*. Мягкие сыры, созревающие с участием поверхностной микрофлоры, образует сложную экосистему, которая не была хорошо изучена. Более того, липолитическая активность поверхностной микрофлоры приводит к типичным сенсорным свойствам сыра. Короткоцепочечные жирные кислоты вносят непосредственный вклад в органолептические характеристики сыров [15, 16].

В научной литературе представлены результаты исследований, посвящённых изучению концентрации жирных кислот в сырах из коровьего молока, но практически отсутствует информации об изменении жирнокислотного профиля сыров из овечьего молока в процессе созревания [3, 5, 7, 9, 10, 18, 20, 21].

Таким образом, целью данного исследования стало изучение жирнокислотного состава жировой фазы сыров типа камамбер из овечьего молока в процессе созревания. Результаты могут стать основой для разработки инструментов и стратегий сравнительного анализа, направленного на улучшение пищевых характеристик сыра из овечьего молока.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования стал мягкий сыр типа камамбер из овечьего молока, пастеризованного при

63 °С в течение 30 минут перед изготовлением с применением культур *Penicillium camemberti*, *Geotrichum candidum*, а также *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*. В дозу, обеспечивающую общую продолжительность свертывания в течение 30–45 мин, были внесены хлористый кальций и сычужный фермент. Перед формированием производилась разрезка сгустка на кубики с размером сторон 1–1,5 см и вымешиванием сырного зерна. Затем проводилось формирование, самопрессование и созревание при температуре 8 ± 2 °С в течении 14 суток.

Исследование жирнокислотного состава в сыре в процессе созревания с применением метода газовой хроматографии проводили в соответствии с государственным отраслевым стандартом Российской Федерации 32915-2014 «Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии».

Для оценки показателей качества липидов жировой фазы сыра типа камамбер выполнен расчет индекса атерогенности и тромбогенного индекса по формулам [6]:

$$AI = \frac{[12:0(4 \cdot 14:0) + 16:0]}{\omega-3 \text{ ПНЖК} + \omega-6 \text{ ПНЖК} + \text{МНЖК}} \quad (1)$$

$$TI = \frac{(14:0 + 16:0 + 18:0)}{0,5 \cdot \text{МНЖК} + 0,5 \cdot \omega-6 \text{ ПНЖК} + 3 \cdot \omega-3 \text{ ПНЖК}} + \frac{\omega-3 \text{ ПНЖК}}{\omega-6 \text{ ПНЖК}} \quad (2)$$

Результаты и их обсуждение

Липиды в пищевых продуктах могут подвергаться гидролитической или окислительной деградации. Однако в сыре окислительные изменения очень ограничены из-за низкого окислительно-восстановительного потенциала. Триглицериды во всех разновидностях сыра подвергаются гидролизу под действием эндогенных или экзогенных липаз. Это приводит к выделению жирных кислот в сыре во время созревания. Триглицериды молочного жира жвачных животных богаты короткоцепочечными жирными кислотами, которые при высвобождении имеют низкие пороги вкуса и вносят значительный вклад в аромат многих сортов сыра.

Приемлемость сенсорных характеристик сыра во многом зависит от вкуса, который образуется при созревании. Двумя важными классами соединений, способствующие приданию вкуса, являются летучие соединения серы и жирные кислоты. Свободные жирные кислоты способствуют формированию вкуса и аромата сыра.

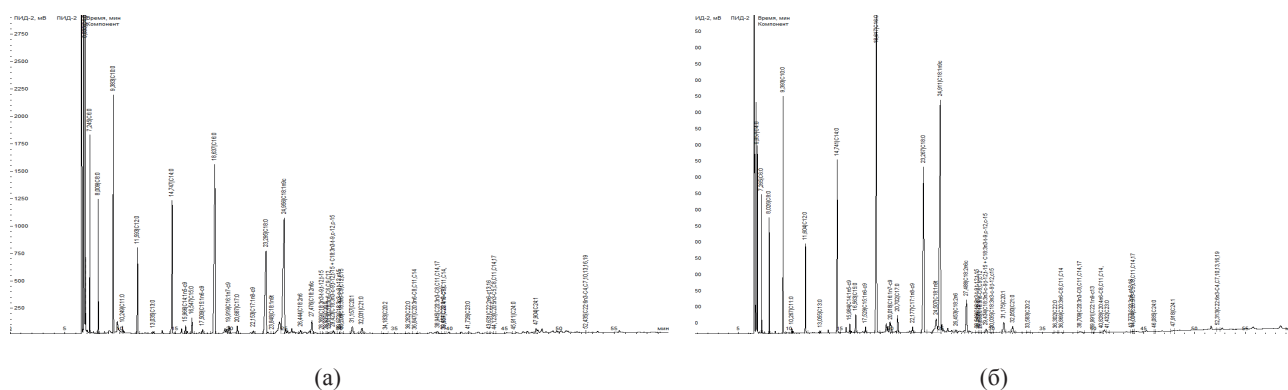


Рисунок 1. Изменение жирнокислотного профиля мягкого сыра типа камамбер из овечьего молока в процессе созревания: (а) без созревания; (б) срок созревания 14 суток

Figure 1. Changes in the fatty acid profile of soft sheep's milk Camembert during ripening: (a) before ripening; (b) day 14

Липолиз является одним из основных биохимических процессов, который способствуют развитию вкуса во время созревания сыра. Характерный вкус мягких сыров, таких как камамбер особенно из овечьего молока, формируется в значительной степени в результате воздействия на жировую фазу плесени *Penicillium camemberti*. Исследовано влияние заквасочных культур *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*, *Penicillium camemberti* и *Geotrichum candidum* на изменение профиля жирных кислот в сыре типа камамбер. Профиль жирных кислот в процессе созревания сыра существенно изменялся (рис. 1).

Короткоцепочечные свободные жирные кислоты вносят свой вклад в конечные вкусовые характери-

стики сыра. В таблице 1 представлена динамика изменения состава жирных кислот в процессе созревания. Отмечено увеличение концентрации короткоцепочечных жирных кислот: масляной (C4:0) капроновой (C6:0), каприловой (C8:0). Установленная тенденция увеличения концентрации масляной, капроновой, и каприловой кислот во время созревания может быть связана со специфичностью липаз продуцируемых микроорганизмами, участвующими в процессе созревания сыра. На 14 день созревания концентрация лауриновой кислоты (C12:0) увеличилась на 30 %, миристиновой кислоты (C14:0) – на 13 % по сравнению с исходной концентрацией в начале срока созревания.

В таблице 2 представлено изменение состава мононенасыщенных жирных кислот сыра типа камамбер из овечьего молока в процессе созревания. Наиболее распространенным трансизомером C18:1 является C18:1n9t, который составляет 60–80 % от общего количества трансизомеров жирных кислот. В процессе созревания концентрация C18:1n9t уменьшается на 98 %. Это снижает риск негативного воздействия трансизомеров на организм человека.

Таблице 1. Влияние процесса созревания на содержание насыщенных жирных кислот в сыре из овечьего молока, выработанный по типу камамбера, %

Table 1. Effect of ripening on the concentration of saturated fatty acids in sheep's milk Camembert-type cheese, %

Жирная кислота	Срок созревания сыра		
	без созревания	7 суток	14 суток
C4:0	2,532	3,459	5,227
C6:0	2,836	3,767	5,806
C8:0	2,842	2,913	4,824
C10:0	7,272	6,230	10,439
C11:0	0,158	0,291	0,354
C12:0	3,539	3,642	4,811
C13:0	0,070	0,083	0,092
C14:0	8,323	8,768	9,445
C15:0	0,918	1,001	1,068
C16:0	22,688	24,715	18,285
C17:0	1,092	0,612	0,662
C18:0	13,804	10,239	11,172
C20:0	0,007	0,005	0,001
C21:0	0,609	0,740	0,862
C22:0	0,041	0,069	0,117
C23:0	0,009	0,009	0,022
C24:0	0,002	0,047	0,019
∑ насыщенные жирные кислоты	66,742	66,590	73,206

Таблица 2. Влияние процесса созревания на содержание мононенасыщенных жирных кислот в сыре из овечьего молока, выработанный по типу камамбера, %

Table 2. Effect of ripening on the concentration of monounsaturated fatty acids in cheese from sheep milk in sheep's milk Camembert-type cheese, %

Жирная кислота	Срок созревания сыра		
	без созревания	7 суток	14 суток
C14:1n5-c9	0,449	0,676	0,562
C15:1n6-c9	0,333	0,312	0,316
C16:1n7-c9	0,523	1,080	0,643
C17:1n8-c9	0,379	0,235	0,236
C18:1n9t	2,055	1,029	0,023
C18:1n9c	23,836	23,407	19,461
C20:1	1,033	0,512	0,990
C22:1n9-c13	0,007	0,018	0,031
C24:1	0,036	0,306	0,608
∑MUFA (мононенасыщенных)	28,651	27,575	22,870

Таблица 3. Влияние процесса созревания на содержание полиненасыщенных жирных кислот в сыре из овечьего молока, выработанный по типу камамбера, %

Table 3. Effect of ripening on the concentration of polyunsaturated fatty acids in sheep's milk Camembert-type cheese, %

Жирная кислота	Срок созревания сыра		
	без созревания	7 суток	14 суток
C18:2n6	0,256	0,326	0,457
C18:2n6c	3,453	4,328	1,910
C18:3n3-t-9,t-12,t-15	0,025	0,034	0,034
C18:3n6-C6,C9,C12	0,003	0,069	0,133
C18:3n3-t-9, t-12,c-15	–	–	–
C18:3n3-c-9,t-12,t-15 + C18:3n3-t-9,c-12,c-15	0,398	0,360	0,410
C18:3n3-c-9,t-12,c15	0,015	–	0,026
C18:3n6-C9,C12,C15	–	0,132	0,132
C20:2	0,075	0,068	0,135
C20:3n6-C8,C11,C14	0,050	0,027	0,040
C20:3n3-C8,C11,C14,	0,224	0,332	0,499
C20:4n6-C8,C11,C14, C17	0,022	0,029	0,031
C22:2n6-c13,16	0,014	0,049	0,075
C20:5n3-C5,C8,C11,C14,17	0,006	0,032	0,018
C22:6n3-C4,C7,10,13,16,19	0,066	0,049	0,024
∑ полиненасыщенные жирные кислоты	4,607	5,835	3,924

В результате анализа данных, представленных в таблице 2, можно отметить, что происходит снижение концентрации мононенасыщенных жирных кислот в процессе созревания. Отмечено снижение концентрации цис-изомера олеиновой кислоты (C18:1n9c) на 18 %.

К концу срока созревания происходит снижение концентрации полиненасыщенных жирных кислот на 14 %. Однако необходимо отметить повышение кон-

центрации линолевой кислоты.

В результате анализа изменений жирнокислотного профиля в процессе созревания сыра камамбер установлено, что независимо от периода созревания жирные кислоты C10:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1t9 и C18:1c9 составляют около 73 % от суммы всех жирных кислот. На рисунке 2 представлены данные по изменению профиля жирных кислот C10:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1t11 и C18:1c9 в процессе созревания сыра.

Данные представленные на рисунке 2 свидетельствуют о том, что при созревании сыра происходит существенное изменение концентрации короткоцепочечных насыщенных жирных кислот, формирующих органолептические особенности сыра.

На рисунке 3 представлено изменение соотношения жирных кислот в процессе созревания сыра. Суммы жирных кислот во всех образцах уменьшались в порядке: насыщенные жирные кислоты > мононенасыщенные жирные кислоты > полиненасыщенные жирные кислоты. Индекс атерогенности находится в тесной взаимосвязи с качественным и количественным составом жирных кислот. Отмечается положительная корреляция между рассматриваемыми переменными, т. е. увеличение в молоке миристиновой (C:14) и пальмитиновой (C:16) кислот приводит к увеличению индекса атерогенности. Отрицательной корреляции между суммой ненасыщенных жирных кислот с длинными цепями и индексом атерогенности. Индекс атерогенности снижается при увеличении содержания ненасыщенных жирных кислот с длинными цепями (∑ C:18; C:20; C:22) в составе жировой фазы мягкого сыра из овечьего молока.

Основными видами жирных кислот ω-3, используемых организмом, являются: α-линоленовая кислота (C18:3n-3, αLA), эйкозапентаеновая кислота (C20:5n-3), докозапентаеновая кислота (C22:5n-3) и докозагексаеновой кислоты (C22:6n-3). Пищевые рекомендации основаны на различных соотношениях, таких как ω-3 полиненасыщенные жирные

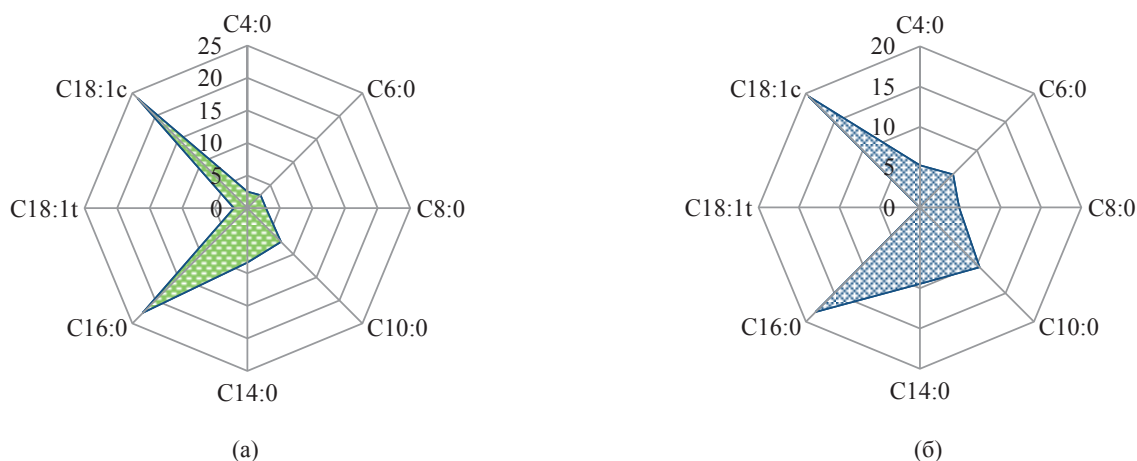


Рисунок 2. Профиль жирных кислот жировой фазы сыра типа камамбер в процессе созревания: (а) без созревания (б) срок созревания 14 суток

Figure 2. Fatty acid profile of sheep's milk Camembert-type cheese during ripening: (a) before ripening (b) day 14

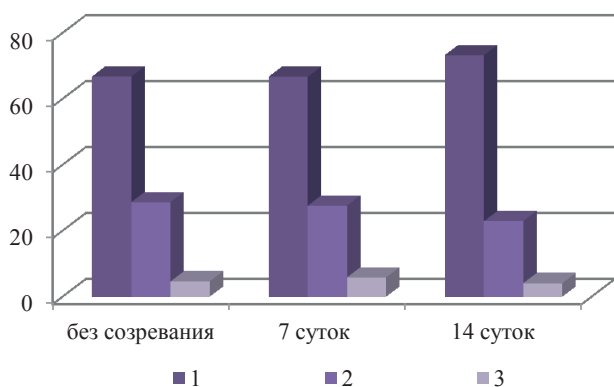


Рисунок 3. Соотношение суммы насыщенных, мононенасыщенных, полиненасыщенных жирных кислот в процессе созревания сыра типа камамбер: 1 – насыщенные жирные кислоты; 2 – мононенасыщенные жирные кислоты; 3 – полиненасыщенные жирные кислоты

Figure 3. The ratio of saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids during ripening of sheep's milk Camembert-type cheese: 1 – saturated fatty acids; 2 – monounsaturated fatty acids; 3 – polyunsaturated fatty acids

кислоты/ ω -6 полиненасыщенные жирные кислоты и полиненасыщенные жирные кислоты/насыщенные жирные кислоты. Эти значения используются для оценки питательной ценности жира для потребления человеком. Здоровая диета должна содержать примерно в 4 раза больше ω -6 жирных кислот, чем ω -3 жирных кислот. Соотношение ω -6/ ω -3 является важным определяющим фактором для снижения риска многих хронических заболеваний. В таблице 4 представлены данные по пищевой ценности липидов в сыре типа камамбер из овечьего молока.

В процессе созревания происходит изменение соотношения ω -3 и ω -6 полиненасыщенных жирных кислот. Происходит снижением концентрации ω -6 полиненасыщенных жирных кислот и с одновременным увеличением концентрация ω -3 полиненасыщенных жирных кислот. Полученные данные свидетельствуют о возможности направленного регулирования жирнокислотного профиля сыров в процессе созревания.

Выводы

Исследованы закономерности, характеризующие процесс трансформации состава жирных кислот при созревании сыра типа камамбер из овечьего молока. Установлено, что независимо от периода созревания жирные кислоты C10:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1t11 и C18:1c9 составляли около 73 % от суммы всех жирных кислот. К концу срока созревания происходит

Таблица 4. Показатели биологической ценности жира для потребления человеком

Table 4. Indicators of the biological value of fat for human consumption

Жирная кислота	Срок созревания сыра	
	без созревания	14 суток
ω -3 полиненасыщенные жирные кислоты	0,734	1,011
ω -6 полиненасыщенные жирные кислоты	3,864	2,777
ω -6/ ω -3	5,264	2,747
ПНЖК/SFA	0,069	0,054
Индекс атерогенности	1,695	2,238
Тромбогенный индекс	2,66	2,795

снижение концентрации полиненасыщенных жирных кислот на 14 %. Увеличение в процессе созревания сыра концентрации гиперхолестеринемических и снижение гипохолестеринемических жирных кислот оказало влияние на увеличение индекса атерогенности и тромбогенного индекса. Установлено, что жирные кислоты с менее чем двенадцатью атомами углерода характеризуют особенность жирнокислотного состава жировой фазы овечьего молока и могут быть использованы для обнаружения в сыре замены овечьего молока молоком других видов животных. Результаты данного исследования могут стать основой для разработки инструментов и стратегий сравнительного анализа, направленных на улучшение пищевых характеристик овечьего сыра.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарности

Выражаем благодарность за помощь в подготовке статьи ректору ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», академику РАН Трухачеву Владимир Ивановичу, директору Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», доктору биологических наук, профессору Селионовой Марине Ивановне.

Финансирование

Научно-исследовательская работа выполнена в рамках контракта ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» с Министерством сельского хозяйства Ставропольского края 199/16 от 02.09.2016.

Список литературы

1. Гурьянова, Л. В. Использование добавок растительного происхождения в производстве плавящихся сыров / Л. В. Гурьянова, А. А. Матвеева // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2018. – № 20. – С. 278–280.
2. Особенности формирования органолептических показателей сырных продуктов / В. А. Мордвинова, О. В. Лепилкина, И. Л. Остроухова [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2012. – № 2. – С. 31–33.

3. Орлюк, Ю. Т. Исследование протеолиза и липолиза в сырах с плесенью / Ю. Т. Орлюк, М. И. Степанищев // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – Т. 30, № 3. – С. 45–48.
4. Коноплева, Г. Ф. Заменитель молочного жира – продукт здорового питания / Г. Ф. Коноплева, Л. В. Лапшина // Переработка молока. – 2015. – Т. 192, № 10. – С. 80–83.
5. Власова, Ж. А. Жирнокислотный состав сыра с пряно-ароматическими растениями / Ж. А. Власова, А. А. Кочиева, Н. Ю. Власов // Сыроделие и маслоделие. – 2013. – № 4. – С. 18–19.
6. Ulbrich, T. L. V. Coronary heart disease seven dietary factors / T. L. V. Ulbrich, D. A. T. Southgate // *The Lancet*. – 1991. – Vol. 338, № 8773. – P. 985–992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M).
7. Горбатова, К. К. Биохимия молока и молочных продуктов / К. К. Горбатова, П. И. Гуньков. – СПб. : ГИОРД, 2010. – 336 с.
8. Bakeet, Z. A. N. Fatty acid composition with special emphasis on unsaturated trans fatty acid content in margarines and shortenings marketed in Saudi Arabia / Z. A. N. Bakeet, F. M. H. Alobeidallah, S. Arzoo // *International Journal of Biosciences*. – 2013. – Vol. 3, № 1. – P. 86–93.
9. Effect of Only Pasture on Fatty Acid Composition of Cow Milk and Ciminà Caciocavallo Cheese / M. Scerra, L. Chies, P. Caparra [et al.] // *Journal of Food Research*. – 2016. – Vol. 5, № 3. – P. 20–28. DOI: <https://doi.org/10.5539/jfr.v5n3p20>.
10. Shahein, M. R. Fatty Acids and Amino Acids Composition of Milk and Resultant Domiati Cheese Produced from Lactating Cows Fed Different Energy and Protein Sources Rations / M. R. Shahein, E. S. Soliman // *World Journal of Dairy and Food Sciences*. – 2014. – Vol. 9, № 2. – P. 184–190. DOI: <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2014.9.2.8624>.
11. Characterizing volatile compounds and proteolysis in Gokceada artisanal goat cheese / A. A. Hayaloglu, K. Yasar, C. Tölü [et al.] // *Small Ruminant Research*. – 2013. – Vol. 113, № 1. – P. 187–194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.001>.
12. Mohamed, A. G. Low-Fat Cheese: A Modern Demand / A. G. Mohamed // *International Journal of Dairy Science*. – 2015. – Vol. 10, № 6. – P. 249–265. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijds.2015.249.265>.
13. Effect of elevated temperature on the microstructure of full fat Cheddar cheese during ripening / K. Soodam, L. On, I. B. Powell [et al.] // *Food Structure*. – 2017. – Vol. 14. – P. 8–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2017.05.003>.
14. Compositional, Functional and Sensory Characteristics of Selected Mexican Cheeses / I. Caro, S. Soto, L. Fuentes [et al.] // *Food and Nutrition Sciences*. – 2014. – Vol. 5, № 4. – P. 366–375. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.54044>.
15. The individual contribution of starter and non-starter lactic acid bacteria to the volatile organic compound composition of Caciocavallo Palermitano cheese / V. Guarrasi, C. Sannino, M. Moschetti [et al.] // *International Journal of Food Microbiology*. – 2017. – Vol. 259. – P. 35–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.07.022>.
16. Discrimination of commercial cheeses from fatty acid profiles and phytosterol contents obtained by GC and PCA / N. S. Kim, J. H. Lee, K. M. Han [et al.] // *Food Chemistry*. – 2014. – Vol. 143. – P. 40–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.083>.
17. Principal volatile odorants and dynamics of their formation during the production of May Bryndza cheese / J. Sádecká, E. Kolek, D. Pangallo [et al.] // *Food Chemistry*. – 2014. – Vol. 150. – P. 301–306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.163>.
18. Composition and textural properties of Mozzarella cheese naturally-enriched in polyunsaturated fatty acids / M. Caroprese, A. Sevi, R. Marino [et al.] // *Journal of Dairy Research*. – 2013. – Vol. 80, № 3. – P. 276–282. DOI: <https://doi.org/10.1017/S002202991300023X>.
19. Prosekov, A. Yu. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world / A. Yu. Prosekov, S. A. Ivanova // *Foods and Raw Materials*. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 201–211. DOI: <http://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211>.
20. Fatty Acid Composition and Quality Characteristic of Some Vegetable Oils Used in Making Commercial Imitation Cheese in Egypt / I. A. Abd El-Gawad, E. M. Hamed, M. A. Zidan [et al.] // *Journal of Nutrition and Food Sciences*. – 2015. – Vol. 5, № 4. – P. 380–384. DOI: <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000380>.
21. Pietrzak-Fiećko, R. Fatty acid profile of milk fat in the local dairy products from north-eastern Poland / R. Pietrzak-Fiećko, K. Staniewska, B. Staniewski // *Polish Journal of Natural Sciences*. – 2017. – Vol. 32, № 1. – P. 143–151.


References

1. Gur'yanova LV, Matveeva AA. Ispol'zovanie dobavok rastitel'nogo proiskhozhdeniya v proizvodstve plavlenykh syrov [Plant additives in processed cheese production]. *Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo khozyaystva* [Relevant Issues of Improving the Technology of Production and Processing of Agricultural Products]. 2018;(20):278–280. (In Russ.).
2. Mordvinova VA, Lepilkina OV, Ostrouhova IL, Samoilov AV. Special features of formation of the organoleptic indices of cheese products. *Magazine cheesemaking and buttermaking*. 2012;(2):31–33. (In Russ.).
3. Orlyuk UT, Stepanishev MI. The research of proteolysis and lipolysis in cheeses with mold. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2013;30(3):45–48. (In Russ.).


4. Konopleva GF, Lapshina LV. Zamenitel' molochного zHIRa – produkt zdorovого pitaniya [Milk fat substitute as a product of healthy nutrition]. Milk Processing. 2015;192(10):80–83. (In Russ.).
5. Vlasova JA, Kochieva AA, Vlasov NYu. Fatty acids composition of the cheese with spices and aroma plants. Magazine cheesemaking and buttermaking. 2013;(4):18–19. (In Russ.).
6. Ulbrich TLV, Southgate DAT. Coronary heart disease seven dietary factors. The Lancet. 1991;338(8773):985–992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M).
7. Gorbatoва KK, Gun'kov PI. Biokhimiya moloka i molochnykh produktov [Biochemistry of milk and dairy products]. St. Petersburg: GIORД; 2010. 336 p. (In Russ.).
8. Bakeet ZAN, Alobeidallah FMH, Arzoo S. Fatty acid composition with special emphasis on unsaturated trans fatty acid content in margarines and shortenings marketed in Saudi Arabia. International Journal of Biosciences. 2013;3(1):86–93.
9. Scerra M, Chies L, Caparra P, Cilione C, Foti F. Effect of Only Pasture on Fatty Acid Composition of Cow Milk and Ciminà Caciocavallo Cheese. Journal of Food Research. 2016;5(3):20–29. DOI: <https://doi.org/10.5539/jfr.v5n3p20>.
10. Shahein MR, Soliman ES. Fatty Acids and Amino Acids Composition of Milk and Resultant Domiati Cheese Produced from Lactating Cows Fed Different Energy and Protein Sources Rations. World Journal of Dairy and Food Sciences. 2014;9(2):184–190. DOI: <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2014.9.2.8624>.
11. Hayaloglu AA, Yasar K, Tölü C, Sahingil D. Characterizing volatile compounds and proteolysis in Gokceada artisanal goat cheese. Small Ruminant Research. 2013;113(1):187–194. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.01.001>.
12. Mohamed AG. Low-Fat Cheese: A Modern Demand. International Journal of Dairy Science. 2015;10(6):249–265. DOI: <https://doi.org/10.3923/ijds.2015.249.265>.
13. Soodam K, On L, Powell IB, Kentish SE, Gras SL. Effect of elevated temperature on the microstructure of full fat Cheddar cheese during ripening. Food Structure. 2017;14:8–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2017.05.003>.
14. Caro I, Soto S, Fuentes L, Gutiérrez-Méndez N, García-Islas B, Monroy-Gayosso KE, et al. Compositional, Functional and Sensory Characteristics of Selected Mexican Cheeses. Food and Nutrition Sciences. 2014;5(4):366–375. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.54044>.
15. Guarrasi V, Sannino C, Moschetti M, Bonanno A, Di Grigoli A, Settanni L. The individual contribution of starter and non-starter lactic acid bacteria to the volatile organic compound composition of Caciocavallo Palermitano cheese. International Journal of Food Microbiology. 2017;259:35–42. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.07.022>.
16. Kim NS, Lee JH, Han KM, Kim JW, Cho S, Kim J. Discrimination of commercial cheeses from fatty acid profiles and phytosterol contents obtained by GC and PCA. Food Chemistry. 2014;143:40–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.083>.
17. Sádecká J, Kolek E, Pangallo D, Valík L, Kuchta T. Principal volatile odorants and dynamics of their formation during the production of May Bryndza cheese. Food Chemistry. 2014;150:301–306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.163>.
18. Caroprese M, Sevi A, Marino R, Santillo A, Tateo A, Albenzio M. Composition and textural properties of Mozzarella cheese naturally-enriched in polyunsaturated fatty acids. Journal of Dairy Research. 2013;80(3):276–282. DOI: <https://doi.org/10.1017/S002202991300023X>.
19. Prosekov AYu, Ivanova SA. Providing food security in the existing tendencies of population growth and political and economic instability in the world. Foods and Raw Materials. 2016;4(2):201–211. DOI: <http://doi.org/10.21179/2308-4057-2016-2-201-211>.
20. Abd El-Gawad IA, Hamed EM, Zidan MA, Shain AA. Fatty Acid Composition and Quality Characteristic of Some Vegetable Oils Used in Making Commercial Imitation Cheese in Egypt. Journal of Nutrition and Food Sciences. 2015;5(4):380–384. DOI: <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000380>.
21. Pietrzak-Fiećko R, Staniewska K, Staniewski B. Fatty acid profile of milk fat in the local dairy products from north-eastern Poland. Polish Journal of Natural Sciences. 2017;32(1):143–151.

Сведения об авторах

Вобликова Татьяна Владимировна


канд. техн. наук, доцент кафедры технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел.: +7 (905) 491-30-34, e-mail: agro@spbgau.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-7684-9025>

Садовой Владимир Всеволодович


д-р. техн. наук, профессор кафедры технологий продуктов питания и товароведения, ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1
 <https://orcid.org/0000-0002-0182-9318>

Information about the authors


Tatyana V. Voblikova

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Technologies of Production and Processing of Agricultural Products, Stavropol State Agrarian University, 12, Zootekhnicheskyy Lane, Stavropol, 355017, Russia, phone: +7 (905) 491-30-34, e-mail: agro@spbgau.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-7684-9025>


Vladimir V. Sadovoy

Dr.Sci.(Eng.), Professor of the Department of Department of Food Technology and Commodity Research, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355017, Russia
 <https://orcid.org/0000-0002-0182-9318>

Барыбина Людмила Ивановна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры пищевых технологий и инжиниринга, ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», 355017, Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1, тел.: +7 (8652) 33-08-57
 <https://orcid.org/0000-0001-5113-9289>

Lyudmila I. Barybina

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Food Technologies and Engineering, North-Caucasus Federal University, 1, Pushkin Str., Stavropol, 355017, Russia, phone: +7 (8652) 33-08-57
 <https://orcid.org/0000-0001-5113-9289>

Изучение функционально-технологических свойств сиропа сахарного сорго и его использование в технологии мороженого

Л. В. Голубева[✉], Е. А. Пожидаева*

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, 19

Дата поступления в редакцию: 01.04.2019

Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: katerina-77707@mail.ru



© Л. В. Голубева, Е. А. Пожидаева, 2019

Аннотация. Сироп сахарного сорго характеризуется насыщенным углеводным составом, включающим целлобиозу, мальтозу, маннозу, рамнозу, рибозу, фруктозу, глюкозу и сахарозу. Цель работы – изучить физико-химические свойства сиропа сахарного сорго (средняя молекулярная масса, плотность, растворимость в воде, температура плавления) и его применение при производстве мягкого мороженого на его основе. Результаты анализа физико-химических свойств сиропа сахарного сорго убедительно доказывают перспективность его применения в технологии мягкого мороженого. Определение коэффициента сладости сиропа сахарного сорго проводили в сравнении с эталонным раствором сахара, а также с применением дегустационной оценки. Установлено, что при среднем количестве дегустаторов равном 5 значение эквивалентной сладости составляет 1,5. Данная сладость сиропа сахарного сорго является эквивалентной сладостью для раствора сахарозы, которая ощущается с минимальной концентрацией. Оценка антиоксидантной активности сиропа сахарного сорго свидетельствует о возможности его использования при проектировании продуктов с антиоксидантными свойствами. На основании проведенных исследований разработана рецептура мягкого мороженого, в состав которого вошли: сливки (м.д.ж. 20 %), молоко (м.д.ж. 3,2 %), сухое обезжиренное молоко, сироп сахарного сорго, стабилизатор «Cremodan® SE 334 VEG», пищевые волокна «Citri-Fi». Входящие в состав рецептуры пищевые волокна «Цитри-Фай» улучшают характеристики таяния, обладают структурообразующими свойствами и антиоксидантным действием. Определены качественные и органолептические показатели мягкого мороженого с сиропом сахарного сорго. Мягкое мороженое является востребованным продуктом среди всех групп населения и широко распространено в кафе, ресторанах, пансионатах, домах отдыха и санаториях.

Ключевые слова. Биопотенциал, антиоксидантная активность, пищевые волокна, сопротивляемость таянию, взбитость

Для цитирования: Голубева, Л. В. Изучение функционально-технологических свойств сиропа сахарного сорго и его использования в технологии мороженого / Л. В. Голубева, Е. А. Пожидаева // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 431–437. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-431-437>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/end>

Functional and Technological Properties of Sorghum Syrup and Its Use in Ice Cream Technology

L.V. Golubeva[✉], E.A. Pozhidaeva*

Voronezh State University of Engineering Technologies,
19, Revolution Ave., Voronezh, 394036, Russia

Received: April 01, 2019

Accepted: August 30, 2019

*e-mail: katerina-77707@mail.ru



© L.V. Golubeva, E.A. Pozhidaeva, 2019

Abstract. Sorghum syrup has a saturated carbohydrate composition, which includes cellobiose, maltose, mannose, rhamnose, ribose, fructose, glucose, and sucrose. The present research featured the physicochemical properties of sugar sorghum syrup, i.e. average molecular weight, density, solubility in water, and melting point, and its prospective use in the production of soft ice cream. The carbohydrate composition of sugar sorghum syrup was defined by the method of normal-phase high-performance liquid chromatography. The antioxidant activity of sorghum syrup was determined using the amperometric method. The study of its physicochemical properties proved that it can be used in soft ice cream technology. The sweetness coefficient was determined in comparison with sugar solution and by a taste panel. With an average number of panelists equal to 5, the value of equivalent sweetness was 1.5. This sweetness of sorghum syrup was equivalent to the sweetness of the sucrose solution with minimal concentration. The assessment of the antioxidant activity of sorghum syrup indicated the possibility of its use in functional products with antioxidant properties. The paper introduces a recipe for soft ice cream: cream (20% of fat), milk (3.2% of fat), skimmed milk powder, sorghum syrup, stabilizer 'Cremodan® SE 334 VEG', Citri-Fi dietary fiber. The overrun was studied by the method of determining the volume fraction of air; the acidity was determined by the titrimetric method. The resistance to melting was assessed

using a cylindrical sample with a diameter of 35 mm and a height of 5 cm. The sample was thermostated at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, while the sample area was fixed at regular intervals. The overrun of soft ice cream was 85%, the resistance to melting equaled 20 minutes. Soft ice cream is a popular product among all groups of the population and is widespread in cafes, restaurants, and health-resorts.

Keywords. Biopotential, antioxidant activity, dietary fiber, resistance to melting, overrun

For citation: Golubeva LV, Pozhidaeva EA. Functional and Technological Properties of Sorghum Syrup and Its Use in Ice Cream Technology. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):431–437. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-431-437>.

Введение

Приоритетными задачами повышения конкурентоспособности пищевой продукции, создания условий для обеспечения продовольственной безопасности страны, а также импортозамещения в отношении социально значимых продуктов питания и наращивания экспортного потенциала является внедрение инноваций на основе масштабного технологического обновления производства с использованием передовых научно-технических разработок. В связи с этим проектирование продуктов диетического и лечебно-профилактического назначения для всех возрастных групп населения является первостепенной и необходимой задачей. Например, мягкое мороженое является востребованным продуктом среди всех групп населения и широко распространено в кафе, ресторанах, пансионатах, домах отдыха и санаториях.

В настоящее время ассортимент предприятий по производству сахаров и сахаристых продуктов в Российской Федерации ограничен производством кристаллической сахарозой и крахмальной патокой. Одним из способов расширения ассортимента выпускаемой продукции является производство и применение в технологиях сиропов: глюкозо-фруктозо-сахарозный, глюкозо-фруктозный, фруктозный, глюкозный. Они могут применяться в качестве заменителей сахара. Также использование сиропов с технологической и экономической точки зрения является наиболее оптимальным. Достойным примером может служить сироп сахарного сорго.

Актуальность применения данного сиропа в пищевых технологиях обусловлена его химическим составом, а также изученными функционально-технологическими свойствами [1–5]. Цель работы – изучить физико-химические свойства сиропа сахарного сорго (средняя молекулярная масса, плотность, растворимость в воде, температура плавления) и его применение при производстве мягкого мороженого на его основе.

Объекты и методы исследования

Объектами экспериментальных исследований являлись образцы сиропа сахарного сорго и мягкого мо-

роженого с его включением на основе сливок (м.д.ж. 20 %), молока (м.д.ж. 3,2 %), сухого обезжиренного молока, стабилизатора «Cremodan® SE 334 VEG» и пищевых волокон «Citri-Fi». Углеводный состав сиропа сахарного сорго проводили методом нормально-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии с рефрактометрическим детектированием элюата, который основан на различной сорбционной способности углеводов. Антиоксидантную активность сиропа сахарного сорго определяли с применением амперометрического метода на приборе «Цвет Яуза-01-АА». Методика основана на прямом количественном измерении антиоксидантной активности исследуемых образцов. Меняя полярность и величины приложенных потенциалов, определяли суммарную антиоксидантную активность. Определение коэффициента сладости проводили с помощью метода, сущность которого заключается в последовательном парном сравнении исследуемых растворов с одним и тем же эталонным раствором сахара. Его сладость приравнивается к 1. Для оценки эквивалентной сладости сиропа сахарного сорго был взят сахарный раствор, соответствующий пороговой сладости – 0,4 г/дм³. Органолептические исследования мягкого мороженого проводились согласно ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011, массовую долю влаги и сухих веществ определяли методом высушивания по ГОСТ 3626, массовую долю жира – кислотным методом по ГОСТ 5867. Взбитость исследовали по методике определения объемной доли воздуха, кислотность определяли титриметрическим методом. Сопrotивляемость таянию мягкого мороженого, характеризующей способность сохранять геометрические размеры при температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$, осуществляли в несколько последовательных этапов. На первом этапе отбирали цилиндрическую пробу мягкого мороженого диаметром 35 мм и высотой 5 см и помещали на предварительно охлажденную чашку Петри. Подготовленный образец помещали в термостат с температурой воздушной среды $25 \pm 1^\circ\text{C}$ с дальнейшей фиксацией площади образца через равные промежутки времени до заметной потери образцом своих геометрических размеров.

Таблица 1. Углеводный состав сиропа сахарного сорго

Table 1. Carbohydrate composition of sorghum syrup

Наименование сахаров	% к общему содержанию сахаров	Наименование сахаров	% к общему содержанию сахаров
Целлобиоза	0,127	Фруктоза	22,516
Мальтоза	1,284	Арабиноза	0,348
Рамноза	0,024	Глюкоза	20,968
Рибоза	0,026	Сахароза	54,251
Манноза	0,456	–	–

Таблица 2. Сравнительная характеристика углеводов сиропа сахарного сорго

Table 2. Comparison of sorghum syrup carbohydrates

Наименование углевода	% к общему содержанию сахара	Эквивалентная сладость, ед. SES	Средняя молекулярная масса, г/моль	Плотность, г/см ³	Растворимость в воде при 25 °С, г/100 мл	Температура плавления, °С
Сахароза C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	54,251	1,00	342	1,587	211,5	185–190
Фруктоза C ₆ H ₁₂ O ₆	22,516	1,73	180	1,695	375,0	100–105
Глюкоза C ₆ H ₁₂ O ₆	20,968	0,70	180	1,540	90,9	144–148
Мальтоза C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	1,284	0,45	342	1,540	108,0	102–103
Манноза C ₆ H ₁₂ O ₆	0,456	0,59	180	1,540	248,0	132–140
Арабиноза C ₅ H ₁₀ O ₅	0,348	0,5	150	1,540	125,0	164–165
Целлобиоза C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	0,127	0,15	342	1,520	105,0	220–226
Рамноза C ₆ H ₁₂ O ₅	0,024	0,25	164	1,410	300,0	91–93
Рибоза C ₅ H ₁₀ O ₅	0,026	0,25	150	1,681	80,0	88–91

Результаты и их обсуждение

Углеводный состав сиропов имеет большое значение в формировании вкусовых и структурно-механических характеристик мороженого, взбитых замороженных десертов [6]. В сиропе сахарного сорго методом ВЭЖХ были определены: целлобиоза, мальтоза, манноза, рамноза, рибоза, фруктоза, глюкоза и сахароза. Углеводный состав сиропа сахарного сорго приведен в таблице 1.

Сироп сахарного сорго содержит в равных количествах глюкозу и фруктозу. Фруктоза обладает большей растворимостью, чем сахароза, а в процессе хранения не происходит образование кристаллов сахара на поверхности продукта с образованием корки при частичном испарении влаги. Глюкоза применяется при производстве мороженого в качестве антикристаллизатора для улучшения структуры мороженого.

При применении композиции сахарозы и моносахаров (например, глюкозы или фруктозы, молекулярная масса которых ниже молекулярной массы сахарозы, являющейся дисахаридом) криоскопическая температура смеси для мороженого понижается. Результатом этого становятся уменьшение массовой доли влаги, вымораживаемой при фризировании смесей.

Для разработки технологических приемов использования сиропа сахарного сорго при производстве мороженого исследовали физико-химические свойства. Температура плавления у фруктозы и глюкозы ниже сахарозы, что играет важную роль при производстве продуктов. Значения растворимости в воде углеводов составляет от 80 до 375 г на 100 мг. Природное происхождение, экологичность выращивания и производства, отсутствие химикатов и пищевых добавок, а также содержание витаминов и минеральных веществ подчеркивают высокую пищевую ценность и безопасность этого продукта [7–10]. Сравнительная характеристика основных углеводов представлена в таблице 2.

Основная часть углеводного состава сиропа сахарного сорго представлена сахарозой (54,251 %), фруктозой (22,516 %) и глюкозой (20,968 %). В незначительных количествах содержатся мальтоза, манноза, арабиноза, целлобиоза, рамноза и рибоза,

оказывающие значимое воздействие при алиментарной коррекции физиологического состояния организма. Например, рибоза входит в состав рибонуклеиновых кислот, которые играют огромную роль в организме при передаче наследственных свойств и синтезе белков, а также нуклеотидов, витаминов, ферментов.

Для определения коэффициента сладости проводили анализ растворов с сиропом сахарного сорго в сравнении с одним и тем же эталонным раствором сахара. Сладость сахарозы приравнена к единице. Эталонный сахарный раствор подготавливали из сахара-песка (ГОСТ 21-94). Сахарный раствор соответствовал пороговой сладости – 0,4 г/дм³. Исследования проводились при 20 °С.

В тесте принимали участие 10 дегустаторов, чувствительность которых к сладким веществам была предварительно подтверждена. Для определения чувствительности дегустаторов к сладости исследовали пороговую чувствительность с применением слабых растворов сахарозы.

Результаты тестов представлены на графике (рис. 1), где по оси X откладывали непосредственно эквивалентную сладость SES, а по оси Y число дегустаторов, оценивших исследуемый раствор как более сладкий (при общем количестве 10).

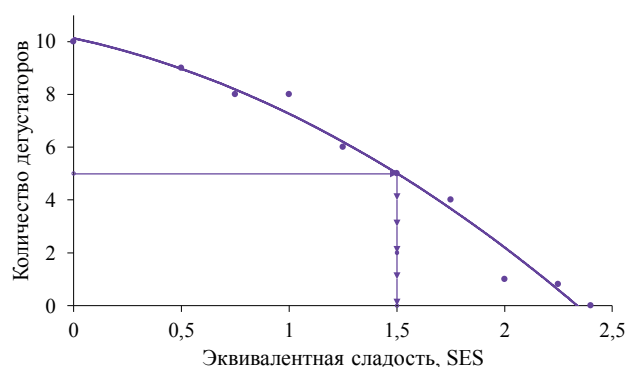


Рисунок 1. Определение эквивалентной сладости сиропа сахарного сорго дегустаторами

Figure 1. Equivalent sweetness of the sorghum syrup as defined by the panelists

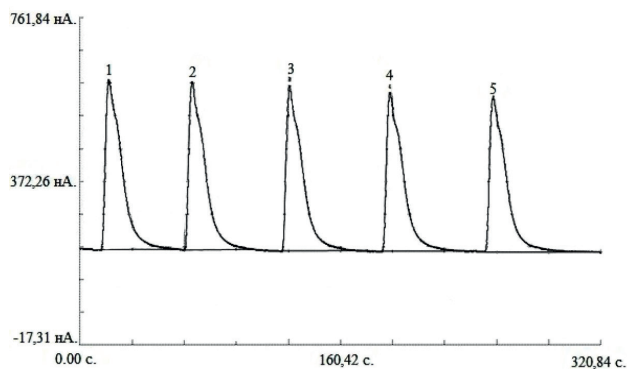


Рисунок 2. Хроматограмма антиоксидантной активности сиропа сахарного сорго

Figure 2. Chromatogram of antioxidant activity of the sorghum syrup

На основе анализа дегустационных оценок установлено, что среднее значение эквивалентной сладости составляет $X = 1,5$. Выявленное значение является воспринимаемой сладостью сиропа сахарного сорго эквивалентной сахарозе в минимальной концентрации. Таким образом, реальное значение эквивалентной сладости изменяется в пределах 1,35–1,65.

Таблица 3. Рецепт мягкого мороженого с сиропом сахарного сорго

Table 3. Soft ice cream recipe with sorghum syrup

Наименование компонента	Массовая доля, %
Сливки (м.д.ж. 20 %)	5,6
Молоко (м.д.ж. 3,2 %)	67,5
Сухое обезжиренное молоко	4,4
Сироп сахарного сорго	22,1
Стабилизатор «Cremodan® SE 334 VEG»	0,1
Пищевые волокна «Citri-Fi»	0,3

Проведенные исследования и разработка рецептуры позволили разработать технологическую схему производства мягкого мороженого с сиропом сахарного сорго, которая представлена на рисунке 3.

Одним из приоритетных направлений в медицинской профилактике сегодня можно назвать предупреждение болезней человека, которые вызваны накоплением свободных радикалов в организме.

Окислительно-восстановительные реакции широко распространены в биологических и пищевых системах, которые могут привести к расщеплению

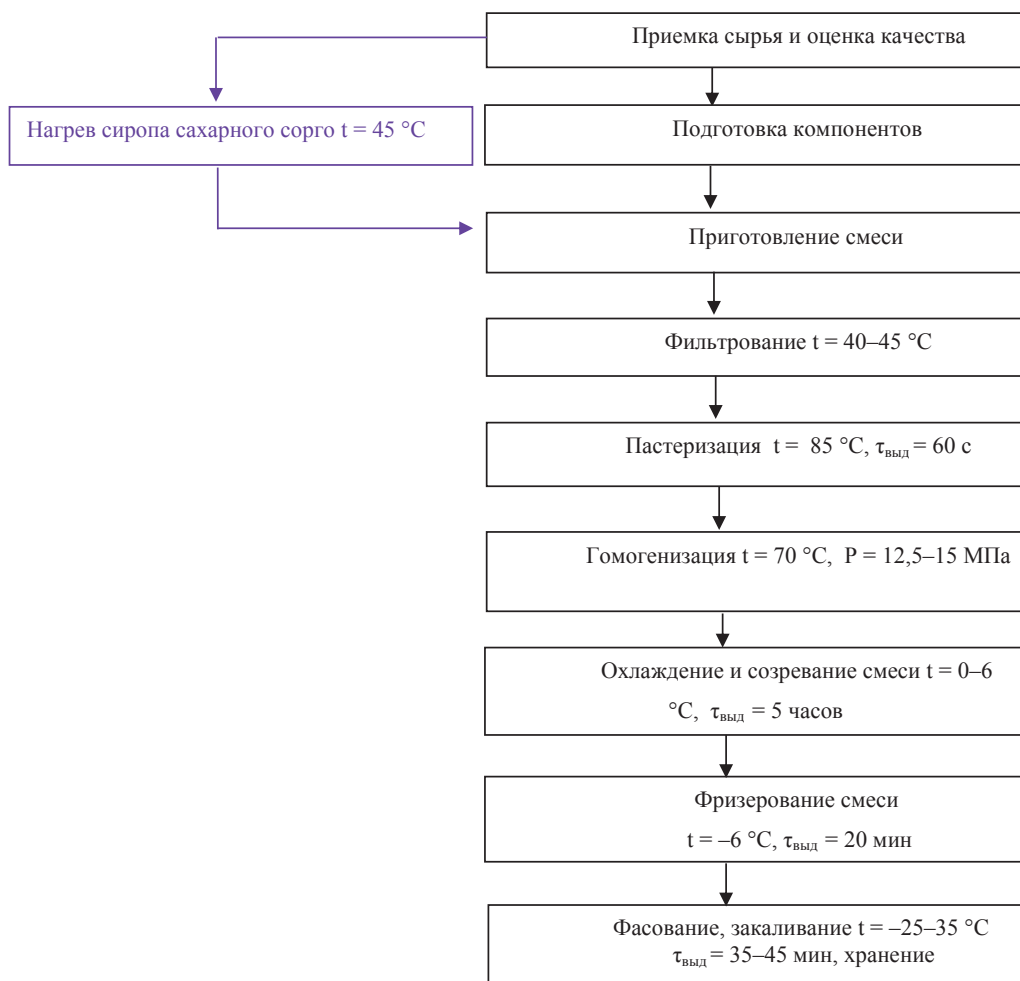


Рисунок 3. Технологическая схема производства мягкого мороженого с сиропом сахарного сорго

Figure 3. Technological scheme of the production of soft ice cream with sorghum syrup

Таблица 4. Органолептические показатели разработанного вида мороженого

Table 4. Sensory properties of the ice cream

Наименование показателя	Характеристика показателя
	Мороженое с сиропом сахарного сорго
Вкус и запах	Чистый вкус, слегка выраженный аромат сиропа сахарного сорго
Структура и консистенция	Пластичная, однородная, без ощутимых кристаллов льда
Цвет и внешний вид	Кремовый, свойственный наличию сиропа сахарного сорго

липидов, витаминов с соответствующей потерей nutritивной ценности и развитием постороннего вкуса и запаха. Соединения, которые прерывают участвующую в окислении липидов свободнорадикальную цепную реакцию, называют пищевыми антиоксидантами.

Измерения антиоксидантной активности проводились относительно стандартного сильного окислителя – раствора кверцетина. Расчет содержания антиоксидантов исследуемого образца проводили по калибровочному графику кверцетина, который представлен на рисунке 2.

Содержание антиоксидантов в пересчете на кверцетин в сиропе сахарного сорго составило 675 мг/дм³. Высокому значению антиоксидантной активности способствуют, содержащиеся в сиропе, минералы (мг/100 г): Mn – 2,459; Cu – 0,39; Zn – 2,170; Se – 1,8.

Минералы-антиоксиданты являются самостоятельными антиоксидантами, а также способствуют усилению действий витаминов-антиоксидантов [11].

В процессе хранения мороженого происходит окисление липидов, что существенно лимитирует его срок годности, а также приводит к ухудшению органолептических свойств продукта. В связи с этим полученные данные свидетельствуют о возможности использования сиропа при проектировании продуктов с антиоксидантными свойствами.

На основании проведенных исследования была разработана рецептура мягкого мороженого с сиропом сахарного сорго, в состав которой вошли: сироп сахарного сорго, стабилизатор и пищевые волокна и другие составляющие компоненты (табл. 3) [12].

Таблица 5. Физико-химические показатели мороженого с сиропом сахарного сорго

Table 5. Physico-chemical indicators of ice cream with sorghum syrup

Показатель	Значение
	Мороженое с сиропом сахарного сорго
Массовая доля влаги, %	70,0
Массовая доля сухих веществ, %	30,0
Массовая доля жира, %	3,5
Массовая доля углеводов, %	18,5
Взбитость, %	85
Титруемая кислотность, °Т	22
Спротивляемость таянию, мин	20

Были определены качественные и органолептические показатели готового продукта. В таблице 4 приведены органолептические показатели разработанного мягкого мороженого.

Физико-химических показатели мягкого мороженого с сиропом сахарного сорго представлены в таблице 5.

Также стоит отметить то, что в состав рецептуры мягкого мороженого с сиропом сахарного сорго входят пищевые волокна «Цитри-Фай» [13–17], которые, благодаря образованной структуре ячейки, связывают определенное количество влаги, обладают структурообразующими свойствами, тем самым способствуя повышению сопротивляемости таянию [18–20].

Выводы

В результате проведенных научно-технологических исследований обоснован ингредиентный состав и целесообразность применения в составе мягкого мороженого сиропа сахарного сорго дефицитных пищевых волокон расширяющих ассортиментную линейку десертов функционального действия. Полученные результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о повышенных потребительских характеристиках мягкого мороженого, его антиоксидантных и функциональных свойствах.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Regassa, T. H. Sweet sorghum as a bioenergy crop: Literature review / T. H. Regassa, C. S. Wortmann // *Biomass and Bioenergy*. – 2014. – Vol. 64. – P. 348–355. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.03.052>.
2. Structural and physicochemical characteristics of starch from sugar cane and sweet sorghum stalks / F. V. Alves, L. F. Polesi, C. L. Aguiar [et al.] // *Carbohydrate Polymers*. – 2014. – Vol. 111. – P. 592–597. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.05.034>.
3. Visarada, K. B. R. S. Sorghum: A Bundle of Opportunities in the 21st Century / K. B. R. S. Visarada, C. Aruna // *Breeding Sorghum for Diverse End Uses* / C. Aruna, K. B. R. S. Visarada, B. Venkatesh Bhat [et al.]. – Woodhead Publishing, 2019. – P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101879-8.00001-2>.
4. Ratnavathi, C. V. Sorghum Syrup and Other by Products / C. V. Ratnavathi, U. D. Chavan // *Sorghum Biochemistry: An Industrial Perspective* / C. V. Ratnavathi, J. V. Patil, U. D. Chavan. – Elsevier, 2016. – P. 253–310. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803157-5.00005-8>.

5. Сапронова, Л. А. Карамельная масса на основе сиропа сахарного сорго / Л. А. Сапронова, Г. А. Ермолаева, Л. Н. Шабурова // Пищевая промышленность. – 2012. – № 4. – С. 58–59.
6. Казакова, Н. В. Функциональная роль сахаров в процессе формирования потребительских свойств мороженого и взбитых замороженных десертов / Н. В. Казакова // Мир мороженого и быстрозамороженных продуктов. – 2016. – № 3. – С. 18–19.
7. Ефремова, Е. Н. Технология переработки сахарного сорго / Е. Н. Ефремова, Н. Ю. Петров // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – Т. 28, № 4. – С. 66–69.
8. Mechanisms by which botanical lipids affect inflammatory disorders / F. H. Chilton, L. L. Rudel, J. S. Parks [et al.] // American Journal of Clinical Nutrition. – 2011. – Vol. 87, № 2. – P. 498S–503S.
9. Trevino, T. D. Influence of sorghum syrup as a sweetener in fresh pork sausage patties on oxidation during retail display compared to corn syrup / T. D. Trevino, H. Avila, T. J. Machado // Meat Science. – 2016. – Vol. 112. – P. 126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.08.060>.
10. Alavi, S. Modern Convenient Sorghum and Millet Food, Beverage and Animal Feed Products, and Their Technologies / S. Alavi, S. D. Mazumdar, J. R. N. Taylor // Sorghum and Millets (Second Edition). Chemistry, Technology and Nutritional Attributes / J. R. N. Taylor, K. G. Duodu. – Woodhead Publishing, 2019. – P. 293–329. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811527-5.00010-1>.
11. Dasgupta, A. Antioxidant Vitamins and Minerals / A. Dasgupta, K. Klein // Antioxidants in Food, Vitamins and Supplements / A. Dasgupta, K. Klein. – Elsevier, 2014. – P. 277–294. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405872-9.00015-X>.
12. Пат. 2546220С1 Российская Федерация, МПК А23G9/00. Мягкое молочное мороженое с сиропом сахарного сорго / Голубева Л. В., Пожидаева Е. А., Журавлева О. В.; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный университет инженерных технологий. – № 2013150432/13; заявл. 12.11.2013; опубл. 10.04.2015; Бюл. № 10.
13. Демидова, В. А. Экспериментальное обоснование использования пищевых волокон «Цитри-Фай» в технологии мягкого творога для специального питания / В. А. Демидова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 28, № 4. – С. 210–216.
14. Третьякова, Е. Н. Функциональный полуфабрикат из творога с пищевыми волокнами и ягодами черной смородины и клюквы / Е. Н. Третьякова, А. Г. Нечепорук // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2016. – Т. 11, № 3. – С. 62–67.
15. Демидова, В. А. Инновационные аспекты биотехнологии мягкого творога, обогащенного функциональными ингредиентами / В. А. Демидова, Н. Б. Гаврилова, Е. А. Молибога // Пищевая промышленность. – 2018. – № 3. – С. 28–31.
16. Ивченко, В. В. Дополнительное сырье в мороженом / В. В. Ивченко, О. В. Бессонова // Известия высших учебных заведений. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – Т. 9, № 4. – С. 84–86.
17. Никитина, Т. А. Исследование потребительских характеристик диетического аналога итальянского десерта тирамису / Т. А. Никитина, О. Н. Клюкина, Н. М. Птичкина // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 41, № 2. – С. 67–72.
18. Mongeau, R. Dietary Fiber: Properties and Sources / R. Mongeau, S. P. J. Brooks // Encyclopedia of Food and Health / B. Caballero, P. M. Finglas, F. Toldrá. – Academic Press, 2016. – P. 404–412. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00784-4>.
19. Исследование сорбционных свойств продуктов переработки растительного сырья в различных технологических средах / Н. С. Родионова, Е. С. Попов, М. В. Мальцева [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2016. – Т. 349, № 1. – С. 18–21.
20. Dietary fiber sources and human benefits: The case study of cereal and pseudocereals / M. Ciudad-Mulero, V. Fernández-Ruiz, M. C. Matallana-González [et al.] // Advances in Food and Nutrition Research. – 2019. – P. 208–221. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.002>.


References

1. Regassa TH, Wortmann CS. Sweet sorghum as a bioenergy crop: Literature review. Biomass and Bioenergy. 2014;64:348–355. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.03.052>.
2. Alves FV, Polesi LF, Aguiar CL, Sarmiento SBS. Structural and physicochemical characteristics of starch from sugar cane and sweet sorghum stalks. Carbohydrate Polymers. 2014;111:592–597. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.05.034>.
3. Visarada KBRS, Aruna C. Sorghum: A Bundle of Opportunities in the 21st Century. In: Aruna C, Visarada KBRS, Venkatesh Bhat B, Tonapi VA, editors. Breeding Sorghum for Diverse End Uses. Woodhead Publishing; 2019. pp. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101879-8.00001-2>.
4. Ratnavathi CV, Chavan UD. Sorghum Syrup and Other by Products. In: Ratnavathi CV, Patil JV, Chavan UD, editors. Sorghum Biochemistry: An Industrial Perspective. Elsevier; 2016. pp. 253–310. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803157-5.00005-8>.
5. Saproнова LA, Ermolaeva GA, Shaburova LN. Caramel Mass Based on Sweet Sorghum Syrup. Food Industry. 2012;(4):58–59. (In Russ.).
6. Kazakova NV. Funktsional'naya rol' sakharov v protsesse formirovaniya potrebitel'skikh svoystv morozhenogo i vzbitykh zamorozhennykh desertov [The functional role of sugars in the process of consumer properties formation of ice cream and whipped

- frozen desserts]. *Mir morozhenogo i bystrozamorozhennykh produktov [The World of Ice Cream and Quick Frozen Products]*. 2016;(3):18 – 19. (In Russ.).
7. Efremova EN, Petrov NYu. Sugar sorghum processing technology. *Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*. 2012;28(4):66–69. (In Russ.).
8. Chilton FH, Rudel LL, Parks JS, Arm JP, Seeds MC. Mechanisms by which botanical lipids affect inflammatory disorders. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2011;87(2):498S–503S.
9. Trevino TD, Avila H, Machado TJ. Influence of sorghum syrup as a sweetener in fresh pork sausage patties on oxidation during retail display compared to corn syrup. *Meat Science*. 2016;112:126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.08.060>.
10. Alavi S, Mazumdar SD, Taylor JRN. Modern Convenient Sorghum and Millet Food, Beverage and Animal Feed Products, and Their Technologies. In: Taylor JRN, Duodu KG, editors. *Sorghum and Millets (Second Edition)*. Chemistry, Technology and Nutritional Attributes. Woodhead Publishing, 2019. pp. 293–329. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811527-5.00010-1>.
11. Dasgupta A, Klein K. Antioxidant Vitamins and Minerals. In: Dasgupta A, Klein K, editors. *Antioxidants in Food, Vitamins and Supplements*. Elsevier, 2014. pp. 277–294. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405872-9.00015-X>.
12. Golubeva LV, Pozhidaeva EA, Zhuravleva OV. Myagkoe molochnoe morozhenoe s siropom sakharnogo sorgo [Soft milk ice cream with sugar sorghum syrup]. *Russia patent RU 2546220C1*. 2015.
13. Demidova VA. The experimental rationale of using dietary fibers Citri-Fi in the technology of soft curd for specialized food. *Bulletin of Omsk State Agricultural University*. 2017;28(4):210–216. (In Russ.).
14. Tretyakova EN, Necheporuk AG. Functional prefabricated cottage cheese with fiber and berries of black currant and cranberry. *Technologies of food and processing industry of AIC – healthy food*. 2016;11(3):62–67. (In Russ.).
15. Demidova VA, Gavrilova NB, Moliboga EA. Innovative Aspects of Biotechnology of Soft Curd Enriched with Functional Ingredients. *Food Industry*. 2018;(3):28–31. (In Russ.).
16. Ivchenko VV, Bessonova OV. Additional raw materials in ice cream. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2014;9(4):84–86. (In Russ.).
17. Nikitina TA, Kliukina ON, Ptichkina NM. The study on consumer characteristics of dietary food analogous to italian dessert of tiramisu. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2016;41(2):62–72. (In Russ.).
18. Mongeau R, Brooks SPJ. Dietary Fiber: Properties and Sources. In: Caballero B, Finglas PM, Toldrá F, editors. *Encyclopedia of Food and Health*. Academic Press, 2016. pp. 404–412. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00784-4>
19. Rodionova NS, Popov ES, Maltseva MV, Korotkikh IV, Radchenko AYU, Kolesnikova TN. Research of sorption properties of products of vegetable raw materials processing in various technological mediums. *News institutes of higher Education. Food technology*. 2016;349(1):18–21. (In Russ.).
20. Ciudad-Mulero M, Fernández-Ruiz V, Matallana-González MC, Morales P. Dietary fiber sources and human benefits: The case study of cereal and pseudocereals. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2019;208–221. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.002>.

Сведения об авторах

Голубева Любовь Владимировна


д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, 19, тел.: +7 (473) 255-37-72, e-mail: golubevalv@inbox.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3891-4559>

Позидаева Екатерина Анатольевна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологии молока и молочных продуктов, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», 394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, 19, тел.: +7 (920) 432-78-85, e-mail: katerina-77707@mail.ru

Information about the authors

Lyubov V. Golubeva

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Professor of the Department of Milk and Dairy Technology, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19, Revolution Ave., Voronezh, 394036, Russia, phone: +7 (473) 255-37-72, e-mail: golubevalv@inbox.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3891-4559>

Ekaterina A. Pozhidaeva

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Milk and Dairy Technology, Voronezh State University of Engineering Technologies, 19, Revolution Ave., Voronezh, 394036, Russia, phone: +7 (920) 432-78-85, e-mail: katerina-77707@mail.ru

Разработка рецептур и изучение пищевой ценности новых видов многокомпонентных фруктово-ягодных наливок

Б. М. Гусейнова^{1,*}, Ф. А. Ашурбекова¹, Т. И. Даудова²

¹ ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова»,
367032, Россия, Республика Дагестан,
г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180

² ФГБУН «Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН»,
367000, Россия, Республика Дагестан,
г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45

Дата поступления в редакцию: 18.06.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: batuch@yandex.ru



© Б. М. Гусейнова, Ф. А. Ашурбекова, Т. И. Даудова, 2019

Аннотация. Наливки способны оказывать оздоровительное или профилактическое действие на организм человека, т. к. отличаются сбалансированным химическим составом, высокими показателями пищевой и физиологической ценности. В работе представлены результаты исследования по разработке рецептур и технологии производства новых видов многокомпонентных наливок повышенной пищевой ценности из перспективных для выращивания в Дагестане сортов винограда, плодов садовых культур и дикоросов, отличающихся повышенным содержанием макро- и микронутриентов. Пищевую ценность и качество наливок оценивали с применением общепринятых методов анализа по показателям массовой концентрации сахаров, титруемых кислот, витаминов С и Р, β-каротина, минеральных элементов, фенольных и пектиновых веществ. Разработаны рецептуры и технология получения трех видов наливок («Живительная», «Гармония» и «Услада») с применением спиртованных и сброженно-спиртованных соков винограда, фруктово-ягодных морсов и экстрактов плодов садовых культур и дикоросов, взаимно дополняющих друг друга ценными компонентами химического состава. По содержанию биологически и физиологически активных веществ новые виды наливок могут быть классифицированы как обладающие высокой пищевой ценностью, так как употребление их в количестве 100 см³ удовлетворяет суточную потребность человека в некоторых нутриентах: фенольных веществах – на 37,5–55,0 %; пектиновых веществах – 17,5–32,5 %; в витамине С – 13,7–38,7 %, β-каротине – 17,6–43,0 %, а в микроэлементе железе на 14,0–26,0 %. Предлагаемые многокомпонентные наливки, благодаря наличию в их составе широкого спектра биологически и физиологически активных веществ, способствуют поддержанию физической активности организма человека, усиливают его способность противодействовать неблагоприятным факторам окружающей среды.

Ключевые слова. Продукты питания, технология производства, органические соединения, свойства, биологически активные вещества, качество

Для цитирования: Гусейнова, Б. М. Разработка рецептур и изучение пищевой ценности новых видов многокомпонентных фруктово-ягодных наливок / Б. М. Гусейнова, Ф. А. Ашурбекова, Т. И. Даудова // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 438–446. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-438-446>.

Original article

Available online at <http://fppt.ru/eng>

Formulations and Nutrition Value of New Multicomponent Fruit and Berry Liqueurs

B.M. Guseinova^{1,*}, F.A. Ashurbekova¹, T.I. Daudova²

¹ M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University,
180, M. Gadzhieva Str., Republic of Dagestan,
Makhachkala, 367032, Russia

² Precaspian Institute of Biological Resources
of Dagestan Scientific Center RAS,
45, M. Gadzhieva Str., Republic of Dagestan,
Makhachkala, 367000, Russia

Received: June 18, 2019
Accepted: August 30, 2019

*e-mail: batuch@yandex.ru



Abstract. Local vegetable raw materials have good prospects in developing new balanced foods with high nutrition value. As a rule, local vegetable raw materials are environmentally friendly and contain a wide range of biologically and physiologically active agents. Fruit liqueurs possess a balanced chemical composition and a high nutrition and physiological value. They produce a recreational or preventive effect on human organism. However, the level of consumption of fresh fruit and berries remains low because of their seasonality. Moreover, the range of fruit and berry products is usually very poor, and very few of them are beneficial for human health and can prevent diseases. The research featured the formulations and production technology for new multicomponent fruit liqueurs of high nutrition value. The liqueurs were made from Dagestan garden and wild fruit and berries with a high content of macro- and micronutrients. The nutrition value and quality of the liqueurs were estimated according to the mass concentration of sugars, titrable acids, vitamins C and P, β -carotene, mineral elements, and phenolic and pectinaceous substances. The sensory properties were measured according to a 10-score system. The paper introduces formulations and technologies for three types of liqueur (Zhivitel'naya, Garmoniya, and Uslada). They involved alcoholized and fermentation-alcoholized juices of grapes, fruit and berry fruit drinks and extracts that mutually complemented each other according to valuable components. The new liqueurs have a high nutrition since 100 cm³ of the liqueur per day partially satisfies the daily requirements for some nutrients: phenolic substances – for 37.5–55.0%; pectinaceous substances – 17.5–32.5%; in vitamin C – 13.7–38.7%, β -carotene – 17.6–43.0%, and a microelement iron – for 14.0–26.0%. The multicomponent fruit liqueurs possess a wide range of biologically and physiologically active agents. As a result, they improve physical activity and increase resistance to bad ecological environment.

Keywords. Foods, production technology, organic compounds, properties, biologically active substances, quality

For citation: Guseinova BM, Ashurbekova FA, Daudova TI. Formulations and Nutrition Value of New Multicomponent Fruit and Berry Liqueurs. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(3):438–446. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-438-446>.

Введение

Здоровье человека и продолжительность его жизни определяются рационом питания. Согласно анализу, проведенному с помощью DALY's (disability adjusted life years), было установлено, что в Европе причиной более 50 % болезней является недостаточное потребление фруктов и овощей, а также малоподвижный образ жизни [1]. Кроме главных нутриентов (белков, жиров и углеводов), для нормальной жизнедеятельности людей необходимо наличие в их пище биологически активных веществ, антиоксидантов и других химических компонентов, обладающих протекторными свойствами, регулирующих функции организма и снижающих риск возникновения ряда заболеваний [2]. Растительная пища служит основным и самым доступным источником этих веществ.

С давних времен большой популярностью в России пользуются фруктово-ягодные напитки, способные оказывать благоприятное воздействие на функции организма человека ввиду наличия в их составе сырья, обладающего богатым комплексом биологически и физиологически активных веществ [3–5]. В виде такого сырья могут быть использованы: ягоды винограда, плоды садовых культур и широко распространенных местных видов дикоросов, обладающие рядом ценных пищевых и фармакологических свойств [6–10].

В Российской Федерации Республика Дагестан занимает особое положение по производству винограда. Площадь виноградных насаждений в Дагестане в настоящее время превышает 22 тыс га (примерно 27 % от общей площади виноградных насаждений в стране). Кроме того, на территории республики произрастает большое количество видов дикорастущих растений, плоды которых можно с успехом использовать как в свежем виде, так и в виде сырья для пищевой промышленности. В экологически чистых районах Дагестана возможный годовой объем сбора плодов дикоросов составляет более 14 тыс т [6].

Создание новых групп продуктов питания с высокой пищевой ценностью и сбалансированных по основным нутриентам на основе местного растительного сырья является одним из приоритетных способов реализации государственной политики РФ в области здорового питания населения на период до 2020 г.

В связи с этим разработка биохимических и технологических основ производства из местного растительного сырья новых видов экологически безвредных и лечебно-профилактических продуктов питания, отличающихся сбалансированным химическим составом, высокими показателями пищевой и биологической ценности, является весьма актуальной и имеет важное народнохозяйственное значение.

Поэтому целью нашей работы являлась разработка рецептур и технологии производства новых видов многокомпонентных наливок повышенной пищевой ценности из перспективных для выращивания в Дагестане сортов винограда, плодов садовых культур и дикоросов, отличающихся повышенным содержанием биологически и физиологически активных макро- и микронутриентов, а также изучение органолептических, физико-химических, пищевых и фармакологических свойств изготовленных наливок.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись разработанные нами 3 варианта новых видов наливок: «Живительная», «Гармония» и «Услада».

Качество и пищевую ценность опытных образцов наливок оценивали по содержанию широкого спектра макро- и микронутриентов, органолептическим свойствам и показателям безопасности, применяя общеизвестные методы. Содержание сахаров определяли по ГОСТ 13192-73, титруемых кислот – ГОСТ 25555-82, экстрактивных веществ – рефрактометрическим методом, витамина С (аскорбиновой кислоты) – ГОСТ 24556-89, пектиновых веществ – ГОСТ 29059-91, фе-

нольных соединений, β -каротина и витамина Р (рутина) колориметрическим методом, используя прибор «ФЭК-56М» (Россия) [11]. Содержание кальция, магния, железа, а также токсичных элементов (кадмия, мышьяка, ртути и свинца) определяли атомно-абсорбционным методом на приборе HITACHI-208 (Япония), а калия методом спектрометрии на пламенном фотометре FLANPO-4 (Германия). Дегустационная оценка давалась по 10 балльной системе.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с помощью пакета программ SPSS 12.0 для Windows. Достоверность полученных отличий устанавливали по t-критерию Стьюдента. Статистически значимыми считали различия при $P \leq 0,05$. Экспериментальные данные представлены в виде среднего значения (\bar{X}) и стандартной ошибки среднего значения ($\pm SE$).

Результаты и их обсуждение

При разработке рецептур основное внимание уделялось подбору ингредиентов наливок с учетом их пищевой ценности, вкусовых показателей, совместности и синергизма. Проектирование рецептур наливок осуществлялось с учетом технологии производства продуктов питания с заданным биохимическим составом, а повышение их органолептических, пищевых, диетических и лечебно-профилактических свойств достигалось за счет использования большого разнообразия ингредиентов из разных плодов и ягод, взаимно дополняющих друг друга компонентами химического состава, обладающих питательной ценностью, фармакологическими и тонизирующими свойствами, а также создающих оригинальный вкус и аромат.

Технологический процесс производства наливок строился таким образом, чтобы проводимые технологические операции были направлены на максимальное сохранение имеющихся в исходном сырье

питательно ценных компонентов, а также на получение готового продукта, имеющего привлекательный внешний вид, богатый букет вкуса и аромата, свойственный используемому сырью.

С учетом вышесказанного и требований, предъявляемых к ликероводочным изделиям, нами были разработаны рецептуры и технология получения 3 видов многокомпонентных наливок: «Живительная», «Гармония» и «Услада».

Расход основных ингредиентов на получение 1000 дал наливок, изготовленных нами, приведен в таблице 1. Предложенные по разработанной рецептуре соотношения ингредиентов являются оптимальными, поскольку снижение их содержания в продукте приведет к ухудшению пищевых, вкусо-ароматических и питательно ценных свойств наливок.

Ингредиентный состав наливки «Живительная» включает спиртованный и сброженно-спиртованный сок винограда сорта «Алый терский», водно-спиртовый 45 % экстракт рябины обыкновенной, айвовый и ежевичный морсы. Наливка «Гармония» отличается тем, что она содержит спиртованный и сброженно-спиртованный сок винограда сорта «Саперави», водно-спиртовый 45 % экстракт бузины черной, айвовый и кизилловый морсы. Наливку «Услада» получали из спиртованного и сброженно-спиртованного сока винограда сорта «Рубин Голодриги» с использованием водно-спиртового 45 % экстракта боярышника и малинового морса (табл. 1). Для всех трех вариантов наливок виноградные сброженно-спиртованные соки получали с применением штамма дрожжей *Saccharomyces vini* M-1 γ -621.

Наливки изготавливали путем купажирования ингредиентов, входящих в их состав, выдержки купажа, фильтрации и розлива. Предварительно из исходного сырья по известной технологии готовили все ингредиенты наливок (морсы I и II слива, спирто-

Таблица 1. Рецептура наливок «Живительная», «Гармония» и «Услада»

Table 1. Formulations for Zhivitel'naya, Garmoniya, and Uslada liqueurs

Наливка «Живительная»		Наливка «Гармония»		Наливка «Услада»	
Наименование ингредиента	Рецептура, 1000 см ³ на 1000 дал наливки	Наименование ингредиента	Рецептура, 1000 см ³ на 1000 дал наливки	Наименование ингредиента	Рецептура, 1000 см ³ на 1000 дал наливки
Виноградный спиртованный сок из сорта «Алый терский»	1500–1550	Виноградный спиртованный сок из сорта «Саперави»	1500–1550	Виноградный спиртованный сок из сорта «Рубин Голодриги»	1500–1550
Виноградный сброженно-спиртованный сок из сорта «Алый терский»	1500–1550	Виноградный сброженно-спиртованный сок из сорта «Саперави»	1500–1550	Виноградный сброженно-спиртованный сок из сорта «Рубин Голодриги»	1500–1550
Ежевичный морс 1 и 2 слива	1250–1300	Кизилловый морс 1 и 2 слива	1250–1300	Малиновый морс 1 и 2 слива	2500–2550
Айвовый морс 1 и 2 слива	1250–1300	Айвовый морс 1 и 2 слива	1250–1300		
Водно-спиртовый 45 % экстракт рябины	900–950	Водно-спиртовый 45 % экстракт бузины черной	900–950	Водно-спиртовый 45 % экстракт боярышника	900–950
Сахарный сироп 73,2 %	2650–2700	Сахарный сироп 73,2 %	2750–2800	Сахарный сироп 73,2 %	2650–2700
Водно-спиртовая жидкость	остальное до обеспечения крепости наливки 18–20 % об.				

ванные соки, водно-спиртовые экстракты, сироп), за исключением сброженно-спиртованного сока винограда, технология приготовления которого приведена ниже [12]. В производстве наливок использовали спирт этиловый ректифицированный высшей очистки и умягченную воду.

Виноградный сброженно-спиртованный сок изготавливали из свежих ягод винограда после их сортировки, мойки, измельчения и прессования с применением штамма дрожжей *Saccharomyces vini* M-1 γ -621. В зависимости от вида наливки (табл. 1) применяли один из трех сортов винограда: «Алый терский», «Саперави» и «Рубин Голодриги». В полученном после прессования виноградном соке сбраживали сахара дрожжами *Saccharomyces vini* M-1 γ -621 до 0,3 % остаточного сахара, что способствовало обогащению соков полезными продуктами жизнедеятельности дрожжей – аминокислотами и ароматизирующими веществами. Для проведения брожения в соках приготавливали дрожжевую разводку чистой культуры штамма *Saccharomyces vini* M-1 γ -621, содержащую 125–150 млн. клеток в 1 см³ виноградного сока с массовой концентрацией сахаров 17,9–21,4 г/100 см³. Дрожжевую разводку вводили в сок в количестве 2,5 %. Общая продолжительность брожения составляла 7–8 суток. После окончания брожения виноградный сок осторожно сливали, не взмучивая осадок. Перед спиртованием снятый с дрожжевого осадка сок для получения более качественного осветленного сока обрабатывали бентонитом совместно с желатином (на 1000 см³ сока применяли 3 г бентонита и 0,04 г желатина). После оклейки сок отстаивали 22–24 часа. Затем снятый с осадка сок спиртовали до 16 % об. При спиртовании сброженного сока, как и натурального, спирт добавляли постепенно, тщательно перемешивая. Сброженно-спиртованный сок хранили в залитых полностью емкостях и впоследствии применяли для приготовления наливки. Температура в помещении при приготовлении сброженно-спиртованных соков поддерживалась на уровне 17–19 °С.

После подготовки всех ингредиентов наливок производили купажи. Перед купажированием морсы, спиртованные и сброженно-спиртованные соки и водно-спиртовые экстракты осторожно сливали с осадка, образовавшегося на дне емкости в процессе их хранения. Смешивали компоненты наливок в порциях, определенных рецептурами (табл. 1). Купаж готовили в емкостях-сборниках. Ингредиенты наливки вносили в определенной последователь-

ности согласно отраслевым инструкциям. После внесения каждого ингредиента купаж перемешивали в течение 5 минут. После внесения всех основных ингредиентов последовательно добавляли охлажденный до 20 °С сахарный сироп и водно-спиртовую жидкость до обеспечения в купаже объемной доли этилового спирта 18–20 % об. и содержания сахара 28–30 г/100 см³. Водно-спиртовая жидкость представляет собой водный раствор этилового спирта крепостью 40 %, который готовили из ректифицированного этилового спирта класса экстра (ГОСТ 5962-2013) и умягченной воды (ГОСТ Р 51232-98). Для формирования букета наливки, освобождения от взвешенных частиц как привнесенных с соками и морсами, так и образовавшихся вновь и улучшения стабильности купаж отстаивали в течение 10–12 суток. После отстаивания купаж осторожно сливали не взмучивая осадок, фильтровали и разливали в подготовленную стеклянную тару. Наливки хранили при температуре от 10 до 20 °С при относительной влажности воздуха 80–85 %. Срок годности готовых наливок со дня разлива составляет не менее 6 мес.

На следующем этапе исследований разработанные опытные образцы наливок подвергали тщательной оценке качества по физико-химическим и органолептическим показателям.

Органолептическая оценка новым видам наливок («Живительная», «Гармония» и «Услада») давалась по 10-балльной шкале. Определяли их внешний вид (цветность и прозрачность, наличие посторонних включений, мути, осадка), а также вкус и аромат. Согласно требованиям нормативных документов наливки были прозрачными, без посторонних включений.

Результаты дегустационного анализа показали, что введение в наливки водно-спиртовых экстрактов плодов дикоросов и фруктовых морсов позволило улучшить их аромат и вкусовую гамму. Наливка «Живительная», благодаря введению в её состав спиртованного и сброженно-спиртованного сока из винограда сорта «Алый терский», айвового спиртованного морса и экстракта из рябины, имеет рубиновый цвет, кисло-сладкий гармоничный вкус с приятной сладостью, богатый букет с сортовыми ароматами айвы и ежевики и нежным шлейфом нюансов аромата рябины. Дегустационный балл наливки – 9,82. Наливка «Гармония» с богатым качественным составом и количественным содержанием ингредиентов, прозрачная на вид, имеет ярко выраженный бордовый цвет с фиолетовым оттенком, гармоничный кисло-сладкий, приятный, насыщенный вкус и

Таблица 2. Физико-химические показатели качества наливок

Table 2. Physical and chemical properties of the liqueurs

Наименование наливки	Крепость, %	Массовая концентрация, г/100см ³		
		общего экстракта	сахара	кислот в пересчете на лимонную
Наливка «Живительная»	18,9 ± 0,37	32,4 ± 0,97	30,1 ± 0,90	0,43 ± 0,008
Наливка «Гармония»	19,2 ± 0,58	32,7 ± 0,65	30,9 ± 0,61	0,57 ± 0,011
Наливка «Услада»	18,6 ± 0,74	33,1 ± 0,66	31,4 ± 1,10	0,45 ± 0,013
Нормы по ГОСТ 7190-2013	18,0–20,0	26,0–47,0	25,0–40,0	0,20–1,00

Таблица 3. Содержание токсичных элементов в наливках

Table 3. Content of toxic elements in the liqueurs

Наливка	Массовая концентрация мг/дм ³			
	Свинец	Кадмий	Ртуть	Мышьяк
ПДК, мг/дм ³	0,3	0,03	0,005	0,2
Наливка «Живительная»	0,07 ± 0,002	0,006 ± 0,0002	Не обнаружено	0,05 ± 0,001
Наливка «Гармония»	0,03 ± 0,001	0,009 ± 0,002		0,08 ± 0,002
Наливка «Услада»	0,08 ± 0,003	0,013 ± 0,004		0,10 ± 0,004

тонкий аромат с нежными тонами айвы и кизила. Дегустационный балл заявленной наливки – 9,13. Наливка «Услада» за внешний вид и вкусо-ароматические показатели получила органолептическую оценку 9,51 балла. Было отмечено, что наливка прозрачная, цвет рубиновый, имеет гармоничный, кисло-сладкий, очень приятный вкус без посторонних привкусов, а в аромате чувствуются тонкие тона запаха малины.

Результаты изучения физико-химических свойств наливок, изготовленных по разработанной нами рецептуре и технологии, показали, что они соответствуют установленным нормам – ГОСТ 7190-2013 (табл. 2).

Для проведения комплексной оценки качества наливок, наряду с физико-химическими и органолептическими показателями качества, были определены их показатели безопасности.

Как свидетельствуют данные анализов (табл. 3), по содержанию токсичных элементов (свинца, кадмия, мышьяка и ртути) многокомпонентные наливки соответствовали требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Для определения пищевой ценности и лечебно-профилактических свойств наливок изучали содержание в них некоторых биологически и физиологически активных веществ (табл. 4).

В плодах количество водорастворимых веществ в воде больше, чем нерастворимых. Поэтому в процессе производства ингредиентов наливок (сброженно-спиртованных и спиртованных соков, морсов и экстрактов) путем обработки плодового сырья водно-спиртовыми растворами выделяется значительная часть химических веществ в ингредиенты наливок без изменения присущих им структуры и свойств: сахаров, кислот, красящих, ароматических и фенольных соединений, водорастворимых вита-

минов, а также биологически важных минеральных веществ. Поэтому наливки, разработанные нами на основе экстрактов, морсов, спиртованных соков фруктов и ягод, обладающих богатым составом макро- и микронутриентов, являются ценным питательным продуктом.

Многокомпонентность наливок обеспечила в них богатый качественный состав и количественное содержание химических веществ, способных повышать их пищевую ценность (табл. 1 и 4).

Использование в композициях наливок спиртованного и сброженно-спиртованного виноградного сока повысило их пищевую ценность за счет наличия в ягодах винограда значительного количества (17,9–21,4 г/100 см³) легко усваиваемых моносахаридов, а также аминокислот, в том числе незаменимых, эфирных масел, органических кислот и фенольных веществ, обладающих антиоксидантным, антиму-тагенным и бактерицидным действиями [17, 18]. Экстракты бузины черной и рябины по содержанию витамина Р (182,9 и 219,8 мг/100 см³) и фенольных веществ (2,7 и 3,8 %) превосходят плоды многих сортов садовых культур и видов дикоросов [13]. Кроме того, плоды рябины отличаются и высокими концентрациями β-каротина (8,2 мг/100 см³) и витамина С (149,5 мг/100 см³). Поэтому введение в композицию наливок водно-спиртовых экстрактов бузины черной и рябины позволяет считать, что новые виды наливок способны оказывать фармакологическое воздействие, т. е. способствуют улучшению деятельности кровеносной и иммунной системы, препятствуют образованию вредных для здоровья свободных радикалов. Наливки также обогащены не менее ценными айвовым (сорт «Зубутлинская») и кизилковым морсом и водно-спиртовым экстрактом боярышника, кото-

Таблица 4. Пищевая ценность новых видов наливок

Table 4. Nutritional value of the liqueurs

Наименование показателя	Наливка «Живительная»	Наливка «Гармония»	Наливка «Услада»
Фенольные вещества, %	2,2 ± 0,05	1,5 ± 0,03	1,9 ± 0,04
Витамин С, мг/100 м ³	34,8 ± 1,05	12,3 ± 0,31	14,7 ± 0,37
Витамин Р, мг/100 см ³	71,5 ± 2,86	86,2 ± 3,05	58,6 ± 2,02
β-каротин, мг/100 см ³	2,15 ± 0,06	1,09 ± 0,03	0,88 ± 0,23
Пектиновые вещества, %	0,9 ± 0,02	1,3 ± 0,02	0,7 ± 0,01
Калий, мг/100 см ³	182,1 ± 5,46	170,6 ± 5,12	133,7 ± 4,02
Кальций, мг/100 см ³	28,4 ± 0,57	36,3 ± 0,69	18,9 ± 0,27
Магний, мг/100 см ³	19,0 ± 0,72	20,8 ± 0,84	12,2 ± 0,32
Железо, мг/100 см ³	2,1 ± 0,02	2,6 ± 0,03	1,4 ± 0,02

рые богаты макро- и микроэлементами, пектиновыми веществами (1,9; 2,7 и 1,4 % соответственно), обладающими протекторными свойствами, направленными на выведение из организма человека тяжелых металлов, радионуклидов и канцерогенов [7].

Физиологическая ценность полученных наливок обусловлена главным образом витаминами С и Р, β-каротином, макро- и микроэлементами, пектиновыми и фенольными веществами, имеющиеся в плодовом сырье, использованном для получения ингредиентов наливок (табл. 4).

В настоящее время проведено множество исследований, посвященных изучению антиоксидантной активности пищевых продуктов. Например, И. И. Бурачевский с соавторами доказал, что при производстве спиртованных морсов из ягод, их антиокислительная способность сохраняется [14]. Каждая из созданных нами наливок имеет совокупность веществ, обладающих антиоксидантным действием (витамины С и Р, фенольные соединения, β-каротин), являющимся основным фактором, определяющим их качество.

Из таблицы 4 видно, что разработанные нами наливки «Живительная», «Гармония» и «Услада» имеют различные пулы веществ, обладающих антиоксидантной способностью. Высоким содержанием витамина С (34,8 мг/100 см³), β-каротина (2,15 мг/100 см³) и фенольных соединений (2,2 %) характеризовалась наливка «Живительная». Особую ценность представляет содержание в наливках витамина С, играющего важную роль в обеспечении нормального белкового, углеводного и жирового обмена в организме человека. Под его действием органы обогащаются гликогеном, в крови повышается количество пировиноградной кислоты, мелкодисперсных белков, регулируется содержание полипептидов и холестерина [15, 16].

Самая большая концентрация витамина Р, способствующего поддержанию структуры, эластичности и проницаемости кровеносных сосудов и поэтому нормализующего кровяное давление [19, 20], была

определена в наливке «Гармония» – 86,2 мг/100 см³, к ней близка наливка «Живительная», содержащая 71,5 мг/100 см³ витамина Р.

С точки зрения ученых, занимающихся решением вопросов питания и изучением фармакологических свойств пищевых продуктов, значение имеют обнаруженные в наливках в достаточно больших количествах пектиновые вещества и биологически значимые «металлы жизни» – калий, кальций, магний и железо.

Как показывает мировой и отечественный опыт, наиболее эффективный способ обеспечения населения минеральными веществами – это обогащение ими продуктов питания. Как видно из таблицы 4, опытные образцы наливок «Живительная», «Гармония» и «Услада» отличались значительным содержанием калия (133,7–182,1 мг/100 см³), кальция (18,9–36,3 мг/100 см³), магния (12,2–20,8 мг/100 см³) и железа (1,4–2,6 мг/100 см³). Самое большое количество пектиновых веществ, обладающих протекторным действием по отношению к тяжелым металлам и радионуклидам, определено в наливке «Гармония» – 1,3 %.

Медиками установлено, что суточная потребность взрослого человека в витаминах С и Р в среднем составляет 90 и 25 мг, а количество потребляемых с пищевыми продуктами пектиновых веществ и фенольных соединений различной природы должно доходить до 4 г в сутки. Разработанные нами наливки на основе винограда по содержанию питательных веществ могут быть классифицированы как обладающие высокой пищевой ценностью, т. к. их употребление в количестве 100 см³ удовлетворяет суточную потребность человека в некоторых нутриентах: фенольных веществах – на 37,5–55,0 %; пектиновых веществах – 17,5–32,5 %; в витамине С – 13,7–38,7 %, β-каротине – 17,6–43,0 %, а в микроэлементе железе на 14,0–26,0 % (рис. 1).

Помимо содержания биологически и физиологически активных веществ, критерием ценности продуктов является их энергетическая ценность. Пищевые про-

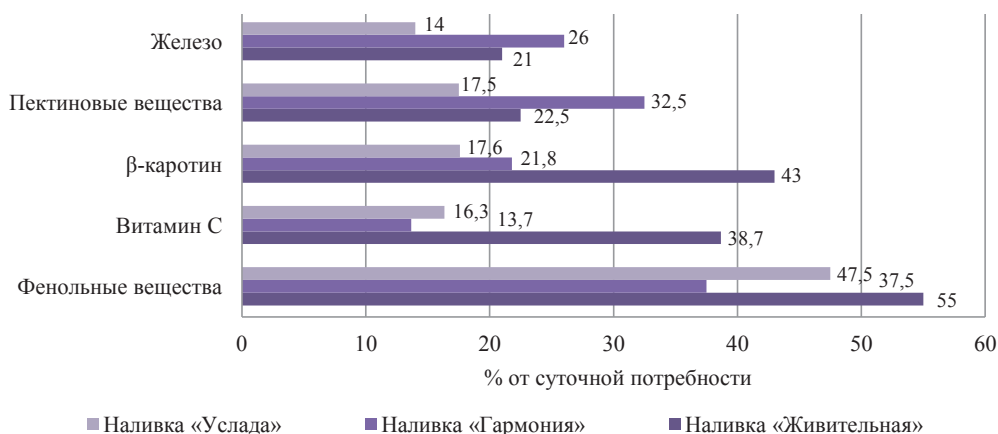


Рисунок 1. Удовлетворение суточной потребности взрослого человека в некоторых нутриентах при употреблении 100 см³ наливок

Figure 1. Daily requirements for an adult: nutrients per 100 cm³ of the liqueurs

дукты по степени удовлетворения суточной потребности в том или ином пищевом веществе или энергии условно делят на 3 группы: с низким, удовлетворительным и высоким содержанием пищевых веществ и энергетических запасов в 100 г продукта [13].

В соответствии с этой классификацией многокомпонентные наливки «Живительная», «Гармония» и «Услада», обладающие энергетической ценностью 280,5; 292,1 и 282,6 ккал/100 см³ соответственно, можно отнести к продуктам с высокой энергетической ценностью, т. к. она превышает 250 ккал/100 см³. Среднесуточная физиологическая потребность взрослого человека в энергии (по МР 2.3.1.2432-08) составляет 2500 ккал. Поэтому каждая из созданных наливок, при употреблении в количестве 100 см³, может удовлетворить от 11,2 до 11,6 % суточной потребности человека в калориях.

Выводы

Разработаны рецептуры и технология получения трех видов наливок «Живительная», «Гармония» и «Услада» с применением спиртованных и сброженно-спиртованных соков винограда, фруктово-ягодных морсов и экстрактов плодов садовых культур и дикоросов, взаимно дополняющих друг друга ценными компонентами химического состава. Проекти-

рование рецептур наливок осуществлялось с учетом технологии производства продуктов питания с заданным биохимическим составом. Новые виды наливок по содержанию биологически и физиологически активных веществ могут быть классифицированы как обладающие высокой пищевой ценностью, так как употребление их в количестве 100 см³ удовлетворяет суточную потребность человека в некоторых нутриентах: фенольных веществах – на 37,5–55,0 %; пектиновых веществах – 17,5–32,5 %; в витамине С – 13,7–38,7 %, β-каротине – 17,6–43,0 %, а в микроэлементе железе на 14,0–26,0 %. Предлагаемые многокомпонентные наливки «Живительная», «Гармония» и «Услада» не являются лекарственными средствами. Но они, благодаря наличию в их составе широкого спектра биологически и физиологически активных веществ, способствуют поддержанию физической активности организма человека, деятельности жизненно важных функций, усиливают способность противодействовать неблагоприятным факторам окружающей среды, т. е. обладают уникальными профилактическими и иммунологическими свойствами.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 315 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE), 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015 // *Lancet*. – 2016. – Vol. 388, № 10053. – P. 1603–1658. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31460-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31460-X).
2. The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide / M. H. Carlsen, B. L. Halvorsen, K. Holte [et al.] // *Nutrition Journal*. – 2010. – Vol. 9, № 1. DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-2891-9-3>.
3. Новые тенденции в производстве сокосодержащих напитков / Н. В. Макарова, А. В. Зимичев, А. В. Зюзина [и др.] // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. – 2008. – Т. 306–307, № 5–6. – С. 5–8.
4. Пакен, П. Функциональные напитки и напитки специального назначения / П. Пакен. – СПб. : Профессия, 2010. – 508 с.
5. Гусейнова, Б. М. Интенсификация процесса экстракции нутриентов из плодов и ягод действием микроволн / Б. М. Гусейнова, Э. Ш. Исмаилов, Т. И. Даудова // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. – 2011. – Т. 322, № 4. – С. 50–53.
6. Гусейнова, Б. М. Особенности формирования аминокислотного и минерального комплекса в плодах дикоросов в экологических условиях Дагестана / Б. М. Гусейнова // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2015. – Т. 17, № 5. – С. 111–115.
7. Гусейнова, Б. М. Содержание пектиновых веществ и витаминов в плодах дикорастущих растений Дагестана в зависимости от почвенно-климатических условий / Б. М. Гусейнова, Т. И. Даудова // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. – 2013. – Т. 331, № 1. – С. 14–16.
8. Плоды рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) как источник средства для повышения эффективности химиотерапии опухолей / Н. В. Исайкина, Г. И. Калинкина, Т. Г. Разина [и др.] // *Химия растительного сырья*. – 2017. – № 4. – С. 165–173. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017041839>.
9. Elderberry (*Sambucus nigra* L.) wine: a product rich in health promoting compounds / V. Schmitzer, R. Veberic, A. Slatnar [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2010. – Vol. 58, № 18. – P. 10143–10146. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf102083s>.
10. Попов, А. П. Лесные целебные растения / А. П. Попов. – М. : Экология, 1992. – 160 с.
11. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош [и др.]. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.
12. Ильина, Е. В. Технология и оборудование для производства водок и ликероводочных изделий / Е. В. Ильина, С. Ю. Макаров, И. Л. Славская. – М. : ДеЛи принт, 2010. – 491 с.
13. Скурихин, И. М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: Справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 276 с.

14. Исследование антиоксидантных свойств плодово-ягодных соков и ликероводочных изделий, приготовленных на их основе / И. И. Бурачевский, Л. П. Галлямова, В. Е. Воробьева [и др.] // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2009. – № 1. – С. 26–28.
15. Kumar, S. Free radicals: health implications and their mitigation by herbals / S. Kumar, A. K. Pandey // British Journal of Medicine and Medical Research. – 2015. – Vol. 7, № 6. – P. 438–457.
16. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека / Я. И. Яшин, В. Ю. Рыжнев, А. Я. Яшин [и др.]. – М. : ТрансЛит, 2009. – 212 с.
17. Structure-activity association of flavonoids in lung diseases / J. H. G. Lago, A. C. Toledo-Arruda, M. Mernak [et al.] // Molecules. – 2014. – Vol. 19, № 3. – P. 3570–3595. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules19033570>.
18. Modulation of Immune Function by Polyphenols: Possible Contribution of Epigenetic Factors / A. Cuevas, N. Saavedra, L. A. Salazar [et al.] // Nutrients. – 2013. – Vol. 5, № 7. – P. 2314–2332. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu5072314>.
19. Могильный, М. П. Пищевые и биологические вещества в питании / М. П. Могильный. – М. : ДеЛи принт, 2007. – 240 с.
20. Kalt, W. The role of oxidative stress and anti-oxidants in plant and human health: introduction to the Colloquium / W. Kalt, M. M. Kushad // HortScience. – 2000. – Vol. 35, № 4. – P. 572. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.4.572>.

References

1. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 315 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE), 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. Lancet. 2016;388(10053):1603–1658. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31460-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31460-X).
2. Carlsen MH, Halvorsen BL, Holte K, Bøhn SK, Dragland S, Sampson L, et al. The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. Nutrition Journal. 2010;9(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/1475-2891-9-3>.
3. Makarova NV, Zimichev AV, Zuzina AV, Lugova TV. New trends in the production of juice-containing beverages. News institutes of higher Education. Food technology. 2008;306–307(5–6):5–8. (In Russ.).
4. Paken P. Functional and Speciality Beverage Technology. St. Petersburg: Professiya; 2010. 508 p. (In Russ.).
5. Guseynova BM, Ismailov ESh, Daudova ÒI. Intensification of extraction process of nutrient's from microwaves action on fruits and berries. News institutes of higher Education. Food technology. 2011;322(4):50–53. (In Russ.).
6. Guseynova BM. Features of formation the amino-acid and mineral complex in fruits of wild plants in ecological conditions of Dagestan. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2015;17(5):111–115. (In Russ.).
7. Guseynova BM, Daudova ÒI. Content of pectin substances and vitamins in fruits of wild plants of Daghestan depending on soil-climatic conditions. News institutes of higher Education. Food technology. 2013;331(1):14–16. (In Russ.).
8. Isaikina NV, Kalinkina GI, Razina TG, Zueva EP, Rybalkina OYu, Ulirich AV, et al. Fruits of *Sorbus Aucuparia* L. Are source drug for increase of tumors effectiveness chem-otherapy. Chemistry of plant raw material. 2017;(4):165–173. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017041839>.
9. Schmitzer V, Veberic R, Slatnar A, Stampar F. Elderberry (*Sambucus nigra* L.) wine: a product rich in health promoting compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010;58(18):10143–10146. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf102083s>.
10. Popov AP. Lesnye tselebnye rasteniya [Forest medicinal plants]. Moscow: Ekologia; 1992. 160 p. (In Russ.).
11. Ermakov AI, Arasimovich VV, Yarosh NP, Peruanskiy YuV, Lukovnikova GA, Ikonnikova MI. Metody biokhimitskogo issledovaniya rasteniy [Methods of biochemical research of plants]. Leningrad: Agropromizdat; 1987. 430 p. (In Russ.).
12. Il'ina EV, Makarov SYu, Slavskaya IL. Tekhnologiya i oborudovanie dlya proizvodstva vodok i likerovodochnykh izdeliy [Technology and equipment for the production of vodka and alcoholic beverages]. Moscow: DeLi print; 2010. 491 p. (In Russ.).
13. Skurikhin IM, Tutel'yan VA. Tablitsy khimicheskogo sostava i kaloriynosti rossiyskikh produktov pitaniya [Tables of the chemical composition and caloric content of Russian foods]. Moscow: DeLi print; 2007. 276 p. (In Russ.).
14. Burachevskiy II, Gallyamova LP, Vorob'eva VE, Burachevskaya VYu. Issledovanie antioksidantnykh svoystv plodovo-yagodnykh sokov i likerovodochnykh izdeliy, prigotovlennykh na ikh osnove [Antioxidant properties of fruit juices and alcoholic beverages]. Proizvodstvo spirta i likerovodochnykh izdeliy [Production of Alcohol and Alcoholic Beverages]. 2009;(1):26–28. (In Russ.).
15. Kumar S, Pandey AK. Free radicals: health implications and their mitigation by herbals. British Journal of Medicine and Medical Research. 2015;7(6):438–457.
16. Yashin YaI, Ryzhnev VYu, Yashin AYa, Chernousova NI. Prirodnye antioksidanty. Soderzhanie v pishchevykh produktakh i vliyaniye ikh na zdorov'e i starenie cheloveka [Natural antioxidants. Content in food products and their effect on human health and aging]. Moscow: TransLit; 2009. 212 p. (In Russ.).
17. Lago JHG, Toledo-Arruda AC, Mernak M, Barrosa KH, Martins MA, Tibério IFLC, et al. Structure-activity association of flavonoids in lung diseases. Molecules. 2014;19(3):3570–3595. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules19033570>.
18. Cuevas A, Saavedra N, Salazar LA, Abdalla DSP. Modulation of Immune Function by Polyphenols: Possible Contribution of Epigenetic Factors. Nutrients. 2013;5(7):2314–2332. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu5072314>.

19. Mogil'nyy MP. Pishchevye i biologicheskie veshchestva v pitanii [Nutritional and biological substances in the diet]. Moscow: DeLi print; 2007. 240 p. (In Russ.).

20. Kalt W, Kushad MM. The role of oxidative stress and anti-oxidants in plant and human health: introduction to the Colloquium. HortScience. 2000;35(4):572. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.4.572>.

Сведения об авторах

Гусейнова Батуч Мухтаровна

д-р. сельхоз. наук, доцент, профессор кафедры товароведения, технологии продуктов и общественного питания, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова», 367032, Россия, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180, тел.: +7 (988) 781-38-77, e-mail: batuch@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3104-5100>

Ашурбекова Фируза Алимирзаевна

соискатель ученой степени кандидата наук кафедры товароведения, технологии продуктов и общественного питания, ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова», 367032, Россия, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 180


Даудова Татьяна Идрисовна

старший научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии, ФГБУН «Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН», 367000, Россия, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45

Information about the authors

Batuch M. Guseinova

Dr.Sci.(Agr.), Associate Professor, Professor of the Department of Merchandizing, Technology of Products and Public Catering, M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University, 180, M. Gadzhieva Str., Republic of Dagestan, Makhachkala, 367032, Russia, phone: +7 (988) 781-38-77, e-mail: batuch@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3104-5100>

Firuz A. Ashurbekova

Candidate for a Degree of the Department of Merchandizing, Technology of Products and Public Catering, M.M. Dzhambulatov Dagestan State Agricultural University, 180, M. Gadzhieva Str., Republic of Dagestan, Makhachkala, 367032, Russia

Tatyana I. Daudova

Senior Research of the Laboratory of Biochemistry and Biotechnology, Precaspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Center RAS, 45, M. Gadzhieva Str., Republic of Dagestan, Makhachkala, 367000, Russia

Оценка биологической ценности молока сельскохозяйственных животных

А. Оразов*, Л. А. Надточий^{id}, А. В. Сафронова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49

Дата поступления в редакцию: 13.06.2019

Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: orazov@itmo.ru



© А. Оразов, Л. А. Надточий, А. В. Сафронова, 2019

Аннотация. В данной работе представлен сравнительный анализ биологической ценности молока коровьего, козьего, кобыльего и верблюжьего. Биологическая ценность различных видов молока оценивалась по белковой и липидной составляющим с использованием расчетных методов пищевой комбинаторики. Произведена оценка химического состава молока различных видов сельскохозяйственных животных. На основании справочных данных проведен расчет биологической ценности белковой составляющей различных видов молока методом аминокислотного сгора. Данный метод позволяет оценить соответствие содержания незаменимых аминокислот в исследуемом белке относительно содержания незаменимых аминокислот в эталонном белке. Степень сбалансированности аминокислотного состава определяют по наличию лимитирующих аминокислот в исследуемом продукте. Наиболее высоким значением индекса аминокислотного состава характеризуется молоко кобылье (0,6), что превышает значения изучаемого показателя для молока коровьего, козьего и верблюжьего на 0,13, 0,14 и 0,18 соответственно. Биологическая ценность липидной составляющей продукта характеризуется его качественным составом жирных кислот. Высокое содержание жира в верблюьем молоке обуславливает его высокую калорийность (82 ккал). Но наиболее высокое значение индекса жирнокислотного состава – 0,58 и 0,42 с учетом 3 и 5 составляющих расчета – присуще молоку кобыльему. По результатам комплексного расчета уровня сбалансированности состава молока сельскохозяйственных животных оценивается по шкале желательности Харрингтона как «удовлетворительно» по 3 составляющим расчета. Следует отметить, что наиболее высокие численные значения уровня сбалансированности определены для молока кобыльего. Для оптимизации изучаемого показателя авторами рекомендуется использовать молоко сельскохозяйственных животных как один из рецептурных ингредиентов продуктов сложного сырьевого состава.

Ключевые слова. Молоко коровье, молоко верблюжье, молоко козье, молоко кобылье, белки, липиды, незаменимые аминокислоты, аминокислотный сгор, жирные кислоты

Для цитирования: Оразов, А. Оценка биологической ценности молока сельскохозяйственных животных / А. Оразов, Л. А. Надточий, А. В. Сафронова // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 447–453. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-447-453>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Assessing the Biological Value of Milk Obtained from Various Farm Animals

А. Оразов*, Л.А. Nadtochii^{id}, А.В. Safronova

Saint Petersburg National Research University
of Information Technologies, Mechanics and Optics,
49, Kronverkskiy Ave., St. Petersburg, 197101, Russia

Received: June 13, 2019

Accepted: August 30, 2019

*e-mail: orazov@itmo.ru



© А. Оразов, Л.А. Nadtochii, А.В. Safronova, 2019

Abstract. The present paper features a comparative analysis of the biological value of milk obtained from cows, goats, mares, and camels. The biological value of the milk was estimated by protein and lipid components using computational methods of food combinatorics. According to the chemical composition of the milk, camel's milk proved to have the highest protein content (4.0%). Cow's and goat's milk were much poorer in protein: its content was by 0.8 and 1% lower, respectively. The lowest weight fraction of protein was in mare's milk, which was by 1.8% lower than in camel's milk, and also by 0.8 and 1% lower if compared to goat's and cow's milk. In addition, mare's milk differed from other types of dairy raw products by its lowest fat content (1.0%), which was 4.1, 3.2, and 2.6% lower than the fat content of the milk obtained from camels, goats, and cows, respectively. The high fat content of camel's milk was associated with its highest energy content (82 kcal), while the energy content in goat's milk was 14 kcal, cow's milk – 17 kcal and mare's milk – 41 kcal. Camel's and goat's milk had a high content of solids (15% and 13.4%, respectively), whereas mare's milk had only 10.7% and cow's milk – 11%. The paper also introduces some data on the protein component of the

milk obtained by using the amino acid scoring method. Mare's milk proved to have the highest value of the amino acid composition index (0.6), which over-indexed the values for cow's, goat's, and camel's milk by 0.13, 0.14 and 0.18, respectively. The biological value of the lipid component of the product is characterized by its qualitative composition of fatty acids. The highest values of the index of fatty acid composition belonged to mare's milk: 0.58 and 0.42, taking into account the 3 and 5 calculation components. Camel's milk was found inferior to mare's milk by 0.9. The lowest values of the lipid composition index were observed for cow's and goat's milk. The research involved a complex calculation of the level of balance in the composition of milk. All the livestock animals were rated according to the Harrington's scale of desirability as 'satisfactory' by the third component of the estimation, but the highest numerical values of the level of balance belonged to mare's milk. To optimize this indicator, the authors recommend livestock animal milk as an ingredient of complex raw commodity products.

Keywords. Cow's milk, camel's milk, goat's milk, mare's milk, indispensable amino acid, amino-acid score, proteins, lipids, fatty acids

For citation: Orazov A, Nadtochii LA, Safronova AV. Assessing the Biological Value of Milk Obtained from Various Farm Animals. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):447–453. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-447-453>.

Введение

Академик И. П. Павлов сказал: «Между сортами человеческой еды в исключительном положении находится молоко... как пища, приготовленная самой природой» [1, 2]. Молоко – продукт нормальной физиологической секреции молочных желез сельскохозяйственных животных, полученный от одного или нескольких животных в период лактации при одном и более доении в сутки, без каких-либо добавлений к этому продукту или извлечений каких-либо веществ из него [3].

На сегодняшний день коровье молоко наиболее популярный и продаваемый вид молока сельскохозяйственных животных. Однако в некоторых странах мира с давних времен для непосредственного употребления в пищу и выработки молочных продуктов широко используют молоко козье, кобылье и верблюжье, которое отличается по органолептическим и физико-химическим свойствам, а также по показателям пищевой ценности. Это связано с видом животного, показателями его здоровья, различными условиями его содержания, особенностями кормления, а также климатическими условиями и др [4, 5].

Данные о химическом составе молока различных сельскохозяйственных животных представлены в документе ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Настоящий технический регламент разработан в соответствии с Соглашением о единых принципах и правилах технического регулирования требований безопасности к молоку и молочной продукции, выпускаемых в обращение на территории Таможенного союза, в частности в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации [6].

Одним из важных условий получения высококачественных молочных продуктов для питания населения является использование в составе готовой продукции молока высокой пищевой ценности [7, 8]. Поэтому достаточно актуальным вопросом при разработке продуктов на молочной основе является подбор высококачественного сырья для их изготовления. В данной работе проведен сравнительный анализ биологической ценности молока различных видов сельскохозяйственных животных по белковой, липидной и минеральной составляющей.

Весьма важным аспектом обеспечения достоверности представленного анализа является использование

сравниваемых исходных показателей исследуемых объектов (молока коровьего, козьего, верблюжьего и кобыльего). Следует учитывать, что исходные данные химического и пр. состава молока могут отличаться от фактических, полученных экспериментально в конкретном образце продукта [9, 10]. В таблице 1 представлены справочные данные химического состава молока, на основании которых произведена оценка комплексного показателя сбалансированности состава.

Объекты и методы исследования

Для оценки биологической ценности молока различных видов сельскохозяйственных животных были использованы справочные данные химического состава молока [11, 12].

Таблица 1. Аминокислотный и жирнокислотный состав молока различных видов сельскохозяйственных животных

Table 1. Amino acid and fatty acid composition of milk obtained from different types of farm animals

Показатели	Химический состав молока (сырое)			
	Коровье	Козье	Верблюжье	Кобылье
Незаменимые аминокислоты (НАК), г на 100 г продукта:				
Валин	0,19	0,19	0,34	0,10
Гистидин	0,09	0,11	0,04	0,06
Изолейцин	0,19	0,17	0,30	0,12
Лейцин	0,28	0,29	0,55	0,17
Лизин	0,26	0,23	0,39	0,19
Метионин + цистин	0,11	0,11	0,18	0,12
Треонин	0,15	0,14	0,19	0,11
Триптофан	0,05	0,04	0,06	0,03
Фенилаланин + тирозин	0,36	0,24	0,27	0,34
Жирные кислоты (ЖК), г на 100 г продукта:				
Насыщенные ЖК	2,15	2,64	2,05	0,36
Мононенасыщенные ЖК	1,06	1,14	1,97	0,41
Полиненасыщенные ЖК	0,21	0,21	0,28	0,09
В том числе:				
Линолевая (омега-6) ЖК	0,09	0,13	0,15	0,04
Линоленовая (омега-3) ЖК	0,03	0,08	0,1	0,03

Для расчета аминокислотного сора произведен сравнительный анализ содержания НАК в исследуемом продукте (молоке) с ее содержанием в эталонном белке по формуле:

$$\text{Аминокислотный скор} = \frac{A_i}{A} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где, A_i – массовая доля незаменимой аминокислоты в исследуемом продукте, г/100г белка; A – массовая доля незаменимой аминокислоты в эталонном белке, г/100 г белка.

Лимитирующая незаменимая аминокислота – это та аминокислота, которая в продукте имеет аминокислотный скор меньше 100 %. В качестве первой лимитирующей аминокислоты рассматривается незаменимая аминокислота с самым минимальным аминокислотным скором.

Также в расчете использовали метод определения биологической ценности белковой составляющей, заключающийся в определении индекса незаменимых аминокислот. Индекс аминокислотного состава рассчитывали по формуле 2 на основании модификации метода химического сора [12, 13]:

$$U_A = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_{A_i}} \quad (2)$$

при условии:

$$d_{A_i} = \left(\frac{A_i}{A_{zi}}\right), \text{ если } A_i \leq A_{zi}$$

$$d_{A_i} = \left(\frac{A_{zi}}{A_i}\right), \text{ если } A_i \geq A_{zi}$$

где, A_i – массовая доля незаменимой аминокислоты в исследуемом продукте; A_{zi} – массовая доля незаменимой аминокислоты в эталонном белке.

Биологическую ценность липидной составляющей различных видов молока оценивали с помощью расчета индекса жирнокислотного состава, предложенного Н. Н. Липатовым [13]:

$$U_L = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_{L_i}} \quad (3)$$

при условии:

$$d_{L_i} = \left(\frac{L_i}{L_{zi}}\right), \text{ если } L_i \leq L_{zi}$$

$$d_{L_i} = \left(\frac{L_{zi}}{L_i}\right), \text{ если } L_i \geq L_{zi}$$

где, L_i – массовая доля i -той жирной кислоты в исследуемом продукте, г/100 г жира; L_{zi} – массовая доля i -той жирной кислоты, соответствующая физиологически необходимой норме, г/100 г жира; $i = 1$ соответствует \sum НЖК, $i = 2 - \sum$ МНЖК, $i = 3 - \sum$ ПНЖК, $i = 4 - \text{омега-3 ЖК}$, $i = 5 - \text{омега-6 ЖК}$.

Индекс жирнокислотного состава оценивали по трем составляющим: по НЖК, МНЖК, ПНЖК, а также по пяти составляющим, дополнительно учитывая омега-3 ЖК и омега-6 ЖК.

Уровень сбалансированности состава молока оценивали по двум составляющим согласно формуле [14]. Оптимальная сбалансированность продукта оценивается при $D_i = 1$.

$$D_i = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n U_i} = \sqrt[n]{U_A \cdot U_L} \quad (4)$$

где, U_A – индекс аминокислотного состава; U_L – индекс жирнокислотного состава.

Для анализа полученных расчетных данных применяли логистическую функцию Е. К. Харрингтона, которая известна как «шкала желательности». Шкала желательности делится в диапазоне от 0 до 1 на пять поддиапазонов: 0–0,2 – «очень плохо», 0,2–0,37 – «плохо», 0,37–0,63 – «удовлетворительно», 0,63–0,8 – «хорошо», 0,8–1 – «очень хорошо». Конкретные параметры сравнительных систем распределяются в масштабе, соответствующим предъявляемым к ним требованиям, на промежутке эффективных значений шкалы частных показателей [15].

Результаты и их обсуждение

Сравнительный анализ химического состава молока различных видов сельскохозяйственных животных, представленный на рисунке 1, позволил установить, что самым высоким содержанием белка обладает верблюжье молоко (4,0 %). Меньше белка содержится в коровьем (3,2 %) и козьем молоке (3,0 %), что на 0,8 и 1 % ниже, чем в верблюжьем молоке. Наиболее низкая массовая доля белка отмечена в кобыльем молоке (2,2 %). Это на 1,8 % меньше, чем в верблюжьем молоке, а также на 0,8 и 1 % ниже, чем в козьем и коровьем молоке. Кроме того, кобылье молоко отличается от остальных видов молочного сырья наименьшим содержанием жира (1,0 %), что на 4,1, 3,2 и 2,6 % ниже содержания жира в молоке верблюжьем, козьем и коровьем соответственно. Высокое содержание жира в верблюжьем молоке обуславливает его высокую калорийность (82 ккал), что на 14 ккал, 17 ккал и 41 ккал выше для молока козьего (68 ккал), коровьего (65 ккал) и кобыльего (41 ккал). Согласно справочным данным верблюжье и козье молоко отличаются высоким содержанием сухих веществ (15 и 13,4 % соответственно), что на 4,3 и 2,7 % превышает изучаемый показатель в кобыльем молоке (10,7 %), на 4 и 2,4 % – в коровьем молоке (11 %) [16].

Как известно, важная роль в рациональном питании принадлежит животным белкам. По усвояемости и сбалансированности аминокислотного состава белки молока относятся к биологически ценным, их усвояемость составляет от 96 до 98 % [17, 18]. Срав-

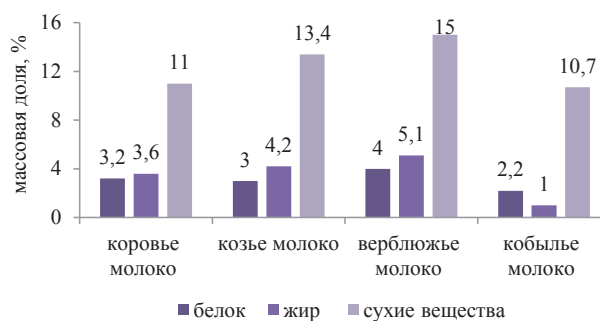


Рисунок 1. Химический состав молока различных видов сельскохозяйственных животных

Figure 1. Chemical composition of milk

нение содержания незаменимых аминокислот белков (НАК) коровьего молока с составом эталонного белка свидетельствует об отсутствии в них незаменимых аминокислот, лимитирующих биологическую ценность белковой составляющей. В 1973 году совместным решением Всемирной продовольственной организации (ФАО) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) впервые предложено рассматривать эталонный белок при определении показателя биологической ценности белковой составляющей продукта – аминокислотного сора (АС). В июле 2007 года по решению ФАО и ВОЗ качественный и количественный состав эталонного белка был пересмотрен. В качестве НАК предложено рассматривать 9 незаменимых аминокислот вместо 8. С этого времени гистидин рассматривается как незаменимая аминокислота; значительно снижены значения содержания всех НАК в эталонном белке [11].

На основании справочных данных проведен расчет биологической ценности белковой составляющей различных видов молока коровьего, козьего, верблюжьего и кобыльего методом аминокислотного сора (табл. 2). Данный метод позволяет оценить соответствие содержания незаменимых аминокислот в исследуемом белке (продукте) относительно содержания незаменимых аминокислот в эталонном белке. Степень сбалансированности аминокислотного состава определяют по наличию лимитирующих аминокислот в исследуемом продукте.

В результате проведенных расчетов можно сделать вывод, что коровье и козье молоко обладают наиболее высокой биологической ценностью белковой составляющей, так как не содержат лимитирующих аминокислот. Верблюжье и кобылье молоко уступают по изучаемому показателю из-за содержания лимитирующих аминокислот. В кобыльем молоке обнаружено несколько лимитирующих аминокислот. Одна из них – валин, аминокислотный

скор которого составил 65 %. В верблюжьем молоке лимитирующей аминокислотой является гистидин, аминокислотный скор которой равен 63 %. Наличие в молоке лимитирующих аминокислот говорит о необходимости оптимизации состава продукта путем комбинации его с другими сырьевыми ресурсами.

В таблице 2 представлен показатель индекса аминокислотного состава исследуемых видов молока, который описывает комплексную сбалансированность по НАК. Наивысшее значение индекса аминокислотного состава отмечено для молока кобыльего (0,6). Это превышает значения изучаемого показателя для молока коровьего, козьего и верблюжьего на 0,13, 0,14 и 0,18 соответственно.

Биологическая ценность липидной составляющей продукта характеризуется его качественным составом жирных кислот: насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных. Согласно современным положениям нутрицевтики биологически ценными считаются жиры с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот. Линолевая (ω -6) и линоленовая (ω -3) жирные кислоты являются эссенциальными факторами питания. Высокой биологической ценностью в питании детей раннего возраста обладает арахидоновая кислота. Отсутствие или недостаток ее в рационе питания задерживает физическое развитие ребенка [19, 20].

В рамках данного исследования произведен расчет индекса жирнокислотного состава молока сельскохозяйственных животных (табл. 3). На основании полученных данных выявлено, что наиболее высокой биологической ценностью липидной составляющей обладает молоко кобылье. Индекс его липидного состава равен 0,58 и 0,42 с учетом 3 и 5 составляющих расчета. Верблюжье молоко незначительно (на 0,9) уступает кобыльему молоку по изучаемому параметру. Наиболее низкие значения индекса липидного состава отмечены для молока коровьего и козьего.

Таблица 2. Аминокислотный состав белков исследуемых продуктов

Table 2. Amino acid composition of the proteins in the milk

Наименование аминокислоты	Массовая доля НАК в эталонном белке, г/100 г белка*	Массовая доля НАК в молоке, г/100 г белка				Аминокислотный скор молока, %			
		коровьем	козьем	верблюжьем	кобыльем	коровьего	козьего	верблюжьего	кобыльего
Валин	3,9	5,9	6,4	8,5	2,6	153,4	163,3	217,9	65,4
Гистидин	1,5	2,8	3,5	0,9	1,4	187,5	233,3	63,3	93,3
Изолейцин	3,0	5,9	5,7	7,5	2,9	196,9	191,1	250	97,6
Лейцин	5,9	8,8	9,9	13,8	4,4	149,9	168,4	233,5	73,7
Лизин	4,5	8,2	7,8	9,9	4,6	181,3	172,6	219,4	102,8
Метионин+цистин	2,2	3,4	3,7	4,5	3,3	154,8	166,7	204,5	137,7
Треонин	2,3	4,8	4,8	4,6	2,7	207,9	207,3	201,8	117,4
Триптофан	3,9	1,6	1,4	1,5	0,8	260,4	233,3	250	129,2
Фенилаланин+тирозин	1,5	11,2	8,0	6,7	8,5	295,2	211,4	176,9	223
U_A^{**}		0,47	0,46	0,42	0,6	–	–	–	–

* аминокислотный состав эталонного белка по шкале ФАО/ВОЗ 2007 г.;

* amino acid composition of the reference protein according to the FAO/WHO scale, 2007.

** U_A индекс аминокислотного состава;

** U_A index of amino acid composition.

Таблица 3. Биологическая ценность липидной составляющей различных видов молока

Table 3. Biological value of the lipid component in the milk

Вид молока	Массовая доля жира, %	Жирные кислоты г/100 г липидов					U_L^*	
		НЖК	МНЖК	ПНЖК	ω -3	ω -6	$i = 3$	$i = 5$
Коровье	3,6	59,7	29,4	5,8	0,8	5,0	0,43	0,28
Козье	4,2	62,8	27,1	5,0	1,9	3,1	0,40	0,29
Верблюжье	5,1	40,1	38,6	5,5	1,9	3,3	0,49	0,33
Кобылье	1,0	36,0	41,0	9,0	3,0	4,0	0,58	0,42

* U_L – индекс липидного состава;

* U_L – index of lipid composition.

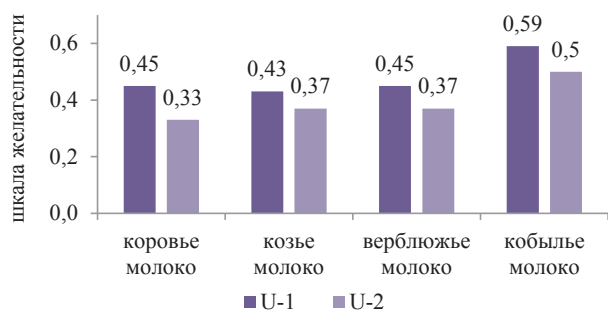


Рисунок 2. Комплексный показатель уровня сбалансированности состава различных видов молока

Figure 2. Comprehensive indicator of the balance level in the composition of the milk

На рисунке 2 представлен комплексный показатель уровня сбалансированности состава различных видов молока, который рассчитывали по индексу аминокислотного и жирнокислотного состава продукта с учетом 3 (U-1) и 5 составляющих (U-2) оценки.

Выводы

В результате проведенных расчетов установлен комплексный показатель уровня сбалансированности исследуемых продуктов, численное значение которого по 3 составляющим (U-1) оценивается по шкале желательности Харрингтона как «удовлетворительно» для

молока различных видов сельскохозяйственных животных. Однако при оценке уровня сбалансированности исследуемых продуктов с учетом 5 составляющих (U-2) молоко коровье охарактеризовано как «плохо». Следует отметить, что наиболее высокие численные значения уровня сбалансированности определены для молока кобылье. Молоко верблюжье, коровье и козье несколько уступают кобыльему молоку по изучаемому параметру на 0,14 (для молока верблюжьего и коровьего) и 0,16 (для молока козьего) с учетом 3 составляющих (U-1), а также на 0,13 (для молока верблюжьего и козьего) и 0,17 (для молока коровьего) с учетом 5 составляющих (U-2).

Таким образом, оценка комплексной сбалансированности различных видов молока для питания человека показала недостаточно высокий уровень сбалансированности изучаемых продуктов, что позволяет рассматривать их в качестве одного из продуктов суточного рациона питания человека. Для оптимизации изучаемого показателя рекомендуется использовать молоко сельскохозяйственных животных как один из рецептурных ингредиентов продуктов сложного сырьевого состава.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

- Орлова, О. Ю. Введение в специальность / О. Ю. Орлова, Л. А. Надточий. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 49 с.
- Гончаров, В. Д. Рынок молока и молочных продуктов / В. Д. Гончаров // Маркетинг продовольственных товаров в России. – 2005. – № 8. – С. 79–104.
- Suchkova, E. Effect of ultrasonic treatment on metabolic activity of *Propionibacterium shermanii*, cultivated in nutrient medium based on milk whey / E. Suchkova, B. Shershenkov, D. Baranenko // *Agronomy Research*. – 2014. – Vol. 12, № 3. – P. 813–820.
- Шувариков, А. С. Оценка качества молока различных видов сельскохозяйственных животных / А. С. Шувариков, О. Н. Пастух // 21 век: фундаментальная наука и технологии: материалы VIII Международной научно-практической конференции н.-и. ц. «Академический». – North Charleston, USA, 2016. – С. 100–102.
- Hygienic Quality of Camel Milk and Fermented Camel Milk (*Chal*) in Golestan Province, Iran / B. A. Z. Yam, M. Khomeiri, A. S. Mahounak [et al.] // *Journal of Microbiology Research*. – 2014. – Vol. 2, № 4. – P. 98–103. DOI: <https://doi.org/10.5923/j.microbiology.20140402.09>.
- Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). – 2013. – 107 с.
- Савелькина, Н. А. Биохимия и микробиология молока и молочных продуктов. Ч. 1 / Н. А. Савелькина. – Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015. – 129 с.
- Nadtochii, L. Fermented sauces for child nutrition from age three / L. Nadtochii, A. Koryagina // *Agronomy Research*. – 2014. – Vol. 12, № 3. – P. 759–768.

9. Богатова, О. В. Химия и физика молока / О. В. Богатова, Н. Г. Догарева. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. – 137 с.
10. Liposomal beta-carotene as a functional additive in dairy products / L. Zabodalova, T. Ishchenko, N. Skvortcova [et al.] // *Agronomy Research*. – 2014. – Vol. 12, № 3. – P. 825–834.
11. Скурихин, И. М. Химический состав пищевых продуктов / И. М. Скурихин, М. Н. Волгарева. – М. : Агропромиздат, 1987. – 360 с.
12. IntelMeal.ru: Питайтесь с умом! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intelmeal.ru/>. – Дата обращения: 15.05.2019.
13. Липатов, Н. Н. Руководство к лабораторным работам и практическим занятиям по курсу оборудование предприятий молочной промышленности / Н. Н. Липатов. – М. : Пищевая промышленность, 1978. – 287 с.
14. Лисин, П. А. Системный анализ сбалансированности продуктов питания (идеи, методы, решения) / П. А. Лисин. – Омск : ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина», 2018. – 123 с.
15. Пичкалев, А. В. Обобщенная функция желательности Харрингтона для сравнительного анализа технических средств / А. В. Пичкалев // *Исследования наукограда*. – 2012. – Т. 1, № 1. – С. 25–28.
16. Шувариков, А. С. Состав и технологические свойства верблюжьего, коровьего и козьего молока-сырья / А. С. Шувариков, О. Н. Пастух // *Интенсивные технологии производства продукции животноводства – сборник статей Международной научно-практической конференции / Пензенская государственная сельскохозяйственная академия*. – Пенза, 2015. – С. 102–106.
17. Гатилов, П. М. Методические указания для преподавателей и студентов / П. М. Гатилов, Ю. Е. Горбунов. – Омск : СибАДИ, 2003. – 24 с.
18. Кильвайн, Г. Руководство по молочному делу и гигиене молока / Г. Кильвайн. – М. : Россельхозиздат, 1980. – С. 25–30.
19. Нечаев, А. П. Пищевая химия / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова. – СПб. : ГИОРД, 2003. – 640 с.
20. Microflora identification of fresh and fermented camel milk from Kazakhstan / S. Akhmetsadykova, A. Baubekova, G. Konuspayeva [et al.] // *Emirates Journal of Food and Agriculture*. – 2014. – Vol. 26, № 4. – P. 327–332. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i4.17641>.

References

1. Orlova OYu, Nadtochiy LA. Vvedenie v spetsial'nost' [Introduction to the major]. St. Petersburg: ITMO University; 2015. 49 p. (In Russ.).
2. Goncharov VD. Rynok moloka i molochnykh produktov [Milk and dairy products market]. Marketing prodovol'stvennykh tovarov v Rossii [Food Marketing in Russia]. 2005;(8):79–104. (In Russ.).
3. Suchkova E, Shershenkov B, Baranenko D. Effect of ultrasonic treatment on metabolic activity of Propionibacterium shermanii, cultivated in nutrient medium based on milk whey. *Agronomy Research*. 2014;12(3):813–820.
4. Shuvarikov AS, Pastukh ON. Otsenka kachestva moloka razlichnykh vidov sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Milk quality assessment of various types of agricultural animals]. 21 vek: fundamental'naya nauka i tekhnologii: materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii n.-i. ts. 'Akademicheskoy' [21st Century: Fundamental Science and Technology: Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Scientific Center 'Akademicheskoy']; 2016; North Charleston. North Charleston: CreateSpace; 2016. p. 100–102. (In Russ.).
5. Yam BAZ, Khomeiri M, Mahounak AS, Jafari SM. Hygienic Quality of Camel Milk and Fermented Camel Milk (Chal) in Golestan Province, Iran. *Journal of Microbiology Research*. 2014;2(4):98–103. DOI: <https://doi.org/10.5923/j.microbiology.20140402.09>.
6. Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza 'O bezopasnosti moloka i molochnoy produktsii' (TR TS 033/2013) [Technical Regulations of Customs Union 033/2013 'On safety of milk and dairy products']. 2013. 107 p.
7. Savel'kina NA. Biokhimiya i mikrobiologiya moloka i molochnykh produktov. Ch. 1. [Biochemistry and microbiology of milk and dairy products. Vol. 1]. Bryansk: Michurinsky branch of the Bryansk State Agrarian University; 2015. 129 p. (In Russ.).
8. Nadtochii L, Koryagina A. Fermented sauces for child nutrition from age three. *Agronomy Research*. 2014;12(3):759–768.
9. Bogatova OV, Dogareva NG. Khimiya i fizika moloka [Chemistry and physics of milk]. Orenburg: Orenburg State University; 2014. 137 p. (In Russ.).
10. Zabodalova L, Ishchenko T, Skvortcova N, Baranenko D, Chernjavskij V. Liposomal beta-carotene as a functional additive in dairy products. *Agronomy Research*. 2014;12(3):825–834.
11. Skurikhin IM, Volgareva MN. Khimicheskii sostav pishchevykh produktov [Chemical composition of food]. Moscow: Agropromizdat; 1987. 360 p. (In Russ.).
12. IntelMeal.ru: Pitaytes' s umom! [IntelMeal.ru: Eat Wisely] [Internet]. [cited 2019 May 15]. Available from: <http://www.intelmeal.ru/>.
13. Lipatov NN. Rukovodstvo k laboratornym rabotam i prakticheskim zanyatiyam po kursu oborudovanie predpriyatiy molochnoy promyshlennosti [Guide to laboratory work and practical exercises on the course of equipment of dairy industry enterprises]. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost; 1978. 287 p. (In Russ.).
14. Lisin PA. Sistemnyy analiz sbalansirovannosti produktov pitaniya (idei, metody, resheniya) [System analysis of food balance (ideas, methods, and solutions)]. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin; 2018. 123 p. (In Russ.).

15. Pichkalev AV. Generalized Harrington's desirability function for the comparative analysis of technical facilities. The Research of the Science City. 2012;1(1):25 – 28. (In Russ.).
16. Shuvarikov AS, Pastukh ON. Composition and technological properties camel, cow and goat raw milk. Intensivnye tekhnologii proizvodstva produktii zhivotnovodstva – sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Intensive technologies of livestock production – Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]; 2015; Penza. Penza: Penza State Agricultural Academy; 2015. pp. 102–106. (In Russ.).
17. Gatilov PM, Gorbunov YuE. Metodicheskie ukazaniya dlya prepodavateley i studentov [Methodical instructions for teachers and students]. Omsk: SibADI; 2003. 24 p. (In Russ.).
18. Kil'vayn G. Rukovodstvo po molochnomu delu i gigiene moloka [Guide to the dairy and the hygiene of milk]. Moscow: Rossel'khozizdat; 1980. pp. 25–30. (In Russ.).
19. Nechaev AP, Traubenberg SE, Kochetkova AA. Pishchevaya khimiya [Food chemistry]. St. Petersburg: GIORD; 2003. 640 p. (In Russ.).
20. Akhmetsadykova S, Baubekova A, Konuspayeva G, Akhmetsadykov N, Loiseau G. Microflora identification of fresh and fermented camel milk from Kazakhstan. Emirates Journal of Food and Agriculture. 2014;26(4):327–332. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i4.17641>.

Сведения об авторах

Аян Оразов

аспирант факультета пищевых биотехнологий и инженерии, ФГФОРУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел.: +7 (999) 539-96-81, e-mail: orazov@itmo.ru

Надточий Людмила Анатольевна

канд. техн. наук, доцент факультета пищевых биотехнологий и инженерии, ФГФОРУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел.: +7 (921) 948-31-61, e-mail: l_tochka@itmo.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4678-8177>

Сафронова Анна Владимировна


аспирант факультета пищевых биотехнологий и инженерии, ФГФОРУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», 197101, Россия, г. Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, 49, тел.: +7 (981) 818-02-42, e-mail: av-safronova@mail.ru

Information about the authors

Ayan Orazov

Postgraduate Student of the Department of Food Biotechnology and Engineering, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49, Kronverkskiy Ave., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7 (999) 539-96-81, e-mail: orazov@itmo.ru

Lyudmila A. Nadtochii

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of Food Biotechnology and Engineering, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49, Kronverkskiy Ave., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7 (921) 948-31-61, e-mail: l_tochka@itmo.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-4678-8177>

Anna V. Safronova

Postgraduate Student of the Department of Food Biotechnology and Engineering, Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49, Kronverkskiy Ave., St. Petersburg, 197101, Russia, phone: +7 (981) 818-02-42, e-mail: av-safronova@mail.ru

Использование нетрадиционного сырья в производстве макаронных изделий повышенной пищевой ценности

С. О. Смирнов, О. Ф. Фазуллина*

*Научно-исследовательский институт пищекоцентрализованной промышленности
и специальной пищевой технологии – филиал
ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»,
142718, Россия, Московская обл., Ленинский район, пос. Измайлово, 22*

Дата поступления в редакцию: 30.05.2019

142718, Россия, Московская обл., Ленинский район, пос. Измайлово, 22

Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: olfazullina@yandex.ru



© С. О. Смирнов, О. Ф. Фазуллина, 2019

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы совершенствования ассортимента макаронных изделий. Качество продуктов питания и сбалансированность рациона человека имеют определяющее значение для состояния здоровья и качества его жизни. Макаaronная продукция имеет большой спрос у всех групп населения, поэтому может рассматриваться как объект для внесения функциональных компонентов. Предприятиями макаронной отрасли выпускается целый ряд обогащенной продукции с диетической и/или функциональной направленностью, представленный в торговой сети, но их количество в процентном соотношении незначительно. Учитывая популярность макаронных изделий, возможность включения нетрадиционного сырья в состав макаронного теста для изменения химического состава и повышения пищевой ценности можно считать перспективным направлением. В исследованиях применяли методы систематизации, анализа и обобщения. Работа проводилась в НИИ пищекоцентрализованной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи». В статье приведен обзор научных трудов российских и зарубежных исследователей по перспективному во всем мире направлению усовершенствования ассортимента макаронной продукции, а именно макаронных изделий с функциональными свойствами с использованием в производстве нетрадиционного сырья. Представлены некоторые способы расширения использования имеющейся сырьевой базы, новые рецептуры и технологии изготовления функциональных макаронных изделий с использованием нетрадиционного сырья. Выявлены проблемы и тенденции в макаронной отрасли. Исследование имеет теоретическое значение и может быть полезно ученым и производителям при разработке новых рецептур и/или технологий макаронных изделий с заданными функциональными свойствами с использованием нетрадиционного сырья.

Ключевые слова. Хлебопекарная мука, макаронные изделия, растительное сырье, обогащение, пищевая ценность.

Для цитирования: Смирнова, С. О. Использование нетрадиционного сырья в производстве макаронных изделий повышенной пищевой ценности / С. О. Смирнова, О. Ф. Фазуллина // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 454–469. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-454-469>.

Review article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Non-Traditional Raw Materials in Pasta Production of High Nutrition Value

S.O. Smirnov, O.F. Fazullina*

*Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and
Special Food Technology – a branch
Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety,
22, Izmailovo, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia*

Received: May 30, 2019

Accepted: August 30, 2019

*e-mail: olfazullina@yandex.ru



© S.O. Smirnov, O.F. Fazullina, 2019

Abstract. The article features the problems of improving the range of pasta products. The quality of food and the overall balance of the human diet are crucial in the state of health and quality of life. Macaroni products are in great demand among all population groups, so it can be considered as an object for the introduction of enriching and functional components. Pasta industry produces scores fortified products with dietary and/or functional orientation, but their percentage remains insignificant. Given the popularity of pasta, it can be a promising direction to include non-traditional raw materials in the pasta dough in order to change its chemical composition and increase nutritional value. The research employed methods of systematization, analysis, and generalization. The research was conducted on the premises of the Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology, Branch of Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology. The article contains an overview of the scientific works by Rus-

sian and foreign researchers on improving the range of pasta products, namely pasta with functional properties, using non-traditional raw materials. It also describes some ways of expanding the use of existing raw materials, new formulations and technologies for the production of functional pasta with non-traditional raw materials. The research revealed some problems and trends in the pasta industry. The study is of theoretical importance and can be useful for scientists and producers in the development of new formulations and/or technologies of pasta with desired functional properties using non-traditional raw materials.

Keywords. Baking flour, pasta, plant materials, enrichment, nutrition value.

For citation: Smirnov SO, Fazullina OF. Non-Traditional Raw Materials in Pasta Production of High Nutrition Value. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(3):454–469. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-454-469>.

Введение

Пищевая ценность продуктов питания человека существенно определяет состояние его здоровья и качество жизни. Неблагоприятная экологическая обстановка, различные стрессовые ситуации и изменения пищевого рациона приводят к ухудшению здоровья населения всех возрастных и социальных групп. Продукты питания могут не только обеспечивать потребности в энергии и основных питательных веществах, но и иметь лечебно-профилактические свойства [1–5].

Государственная политика РФ в области здорового питания населения определяет актуальность проводимых исследований по производству продуктов питания массового потребления, в том числе макаронных изделий, с лечебно-профилактической направленностью [6–7].

Макаронные изделия являются одними из наиболее потребляемых продуктов питания и входят в список товаров повседневного спроса [8–11].

По данным исследований IndexBox Russia, российский рынок макаронных изделий показывает стабильный рост. Также растет спрос на продукцию повышенного качества среднего и премиального сегментов. Это можно объяснить развитием культуры потребления макаронных изделий не только в качестве гарнира, но и как самостоятельное блюдо, а также тенденцией предпочтения потребителями полезной и качественной продукции, несмотря на ее более высокую стоимость. Росту спроса на макаронные изделия из твердых сортов пшеницы и изделия с добавками, в состав которых включены, кроме твердой пшеницы, другие зерновые культуры, способствует популярность идей здорового образа жизни и правильного питания. Популярны у потребителей также макаронные изделия с повышенным содержанием клетчатки, цельнозерновые, безглютеновые, с добавлением амаранта, стевии, топинамбура, шпината, томатов и других компонентов, которые выпускаются как «диетические». Отечественные производители макаронных изделий расширяют линейку продукции и осваивают новые сегменты рынка (ОАО «МАКФА», СИ Групп, Корпорация Di&Di, «Макарон Сервис», «Умная мама», ООО «Объединение Союзпищепром», «Дивинка», «ВАСТЭКО», «Беловодье» и др.) [10, 12, 13].

По данным исследований аналитиков, российский рынок состоит примерно на 96 % из продукции отечественного производства. Экспортируется около 2 % от общего объема продукции (в Казахстан и Беларусь

почти 61 %). Объем производства макаронных изделий с 2013 года характеризовался положительной динамикой. С 2015 года темпы роста увеличились и составляли около 8 % в год. Рост в 2017 году составил уже 9,3 % по сравнению с 2016 годом. Прирост производства в 2018 году – 7,6 %. Среднедушевое потребление макаронной продукции в РФ составляет 9,1 кг/чел. [8, 9].

В среднесрочной перспективе, как ожидается аналитиками, рост объемов потребления макаронных изделий составит около 2 % ежегодно. Спрос будет расти за счет расширения ассортимента продукции, выпуска макаронных изделий по новым рецептурам, повышения культуры потребления [9].

Макаронные изделия в России выпускаются, в зависимости от сырья, по следующим категориям:

- группа А – из муки твердой пшеницы первого, второго и высшего сорта;
- группа Б – из муки мягкой стекловидной пшеницы первого и высшего сорта;
- группа В – из пшеничной хлебопекарной муки первого и высшего сорта.

Из-за недостаточного количества специальной макаронной муки, получаемой исключительно из сортов твердой пшеницы, в России макаронная продукция вырабатывается в основном из мягкой хлебопекарной муки [10, 14].

Макаронные изделия из пшеницы мягких сортов имеют высокую калорийность и низкую пищевую ценность. Они содержат порядка 10 % белка, 70 % углеводов, 0,5 % жира. Содержание минеральных веществ и клетчатки незначительно [15, 16]. Расширение производства макаронной продукции, обогащенной компонентами с высокой пищевой и биологической ценностью (белки, пищевые волокна, витамины и др.), поможет решить задачи повышения качества питания населения и расширения ассортимента диетических и лечебных продуктов [17, 18].

При производстве макаронных изделий используют такие злаковые культуры, как пшеница, рожь, ячмень, полба, овес, рис, сорго, просо, кукуруза, гречиха и др [10, 19]. Для определения целесообразности и эффективности использования добавок-обогачителей для макаронного теста необходимо учитывать влияние вносимых добавок на качество готового продукта и технологические параметры производства, изменяющиеся при изменении рецептуры макаронного теста [20].

Выбор обогащающих добавок, в частности при производстве макаронных изделий, должен основываться

на теории сбалансированного питания и учитывать содержание биологически активных веществ, которое должно быть на уровне, обеспечивающем профилактические свойства готового продукта, а также гарантировать соблюдение требуемого качества продукта при хранении, транспортировании и варке [21].

При разработке рецептур и технологий производства макаронных изделий повышенной пищевой ценности необходимо проводить комплексные теоретические и экспериментальные исследования для обоснования применения добавок-обогащителей и нетрадиционных видов сырья. Правильно подобранные сырье и добавки помогут гарантировать функциональность готовых изделий, увеличение пищевой и биологической ценности, а также качество и безопасность готовой продукции [22].

К продуктам питания функционального назначения относятся продукты, при производстве которых используют качественное сырье только природного происхождения, не содержащее генетически модифицированные компоненты [23, 24].

Целью нашего исследования является обзор целесообразности применения в рецептуре макаронных изделий повышенной пищевой ценности для различных групп населения нетрадиционных видов сырья, овощных порошков, а также систематизация существующих способов, имеющихся данных о технологических свойствах функциональных добавок, определение направлений исследований и существующих проблем.

Актуальность исследований в области разработки и производства макаронных изделий можно проследить на примере статистики публикационной активности в базе данных «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ) в системе «Электронно-библиотечная система Научная Электронная Библиотека» – основном российском ресурсе, отражающем научную деятельность, публикации и показатели активности исследователей России и ближнего зарубежья (рис. 1).

Объекты и методы исследования

В исследовании применяли общепринятые методы исследований: систематизация, анализ и обобщение. Объектами исследований явились: действующие нормативные и законодательные документы; доступные информационные базы данных о состоянии макаронной промышленности у нас в стране и за рубежом; интернет-источники.

Результаты и их обсуждение

Современное состояние макаронной отрасли. Исследования в области производства макаронных изделий проводятся во многих странах. Известны отечественные и зарубежные исследования технологических, структурных свойств и качества макаронных изделий из муки твердых сортов пшеницы [25–28]. Авторами Lamacchia *et al.* исследованы изменения белков макаронных изделий в процессе сушки и влияние на варочные свойства [29]. В работе авторов Jukić *et al.* представлены исследования изменения цвета макаронных изделий с различными добавками

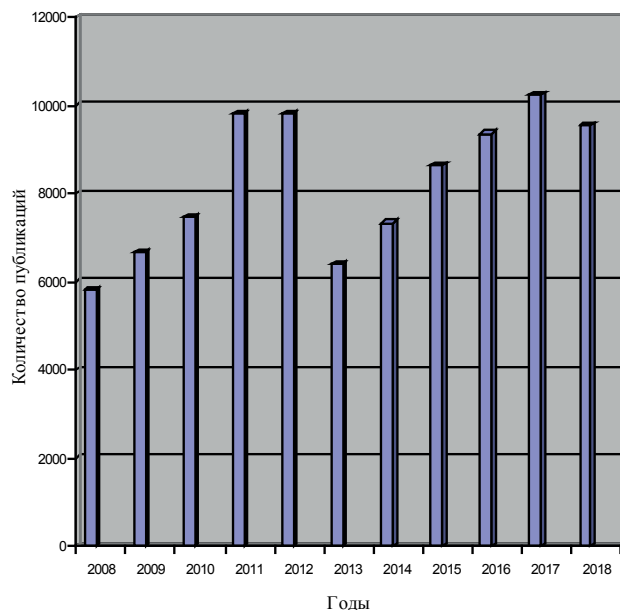


Рисунок 1. Публикационная активность в области разработки и производства макаронных изделий в базе данных РИНЦ за 2008–2018 гг.

Figure 1. Publication activity in the field of development and production of pasta according to the Russian Science Citation Index database for 2008–2018

в процессе сушки и варки [30]. В работах [31, 32] исследованы различные пищевые волокна макаронных изделий.

Для разработки рецептуры и технологии производства макаронных изделий повышенной пищевой ценности представляют интерес исследования, направленные на оценку влияния внесения обогащающих добавок на технологические свойства и качество готовой продукции.

В работе Kosović *et al.* представлены результаты исследований микроструктуры и варочных свойств обогащенных ячменем макаронных изделий при различных технологических параметрах [33]. В работах [34, 35] исследовали качество и перевариваемость макаронных изделий из ячменя и манной крупы. В работах [35, 37] авторы исследовали качество безглютеновых макаронных изделий.

Для производства макаронных изделий используют овсяную муку, Lorusso *et al.* использовали в исследованиях муку киноа, дробленый рис использовали Ahmed *et al.*, сухое обезжиренное молоко – Ronge *et al.*, а также муку бобовых, какао, просо, морковь, отруби, амарант, местное растительное сырье (колоказия, бананы и др.) [38–54].

В исследовании института хлебопекарной промышленности авторами описан способ производства макаронных изделий из пшеничной муки с пищевой обогащительной добавкой [55]. В качестве добавки в макаронное тесто авторы исследовали зерновой и овощной амарант. Авторами выявлено, что добавление в макаронное тесто продуктов переработки амаранта овощных и зерновых сортов способно увеличить биологическую ценность готовых изделий и,

что немаловажно, уменьшить показатели микробиологической обсемененности готовых макаронных изделий.

Ученые Орловского государственного университета представили результаты своих исследований по разработке новой рецептуры теста для производства макаронных изделий с повышенным содержанием белка и высокими показателями качества [56]. В рецептуру макаронного теста авторы предложили добавлять к пшеничной муке известные белоксодержащие бобовые культуры (горох, фасоль и чечевица) в виде муки, а также рябиновое пюре. Внесение в тесто рябинового пюре способствует обогащению биологически активными веществами и улучшает цветовой показатель. Экспериментально авторы определили оптимальное процентное соотношение вносимых обогащающих добавок. Рекомендуемая авторами рецептура макаронного теста включает основной компонент – муку пшеничную и в качестве обогащающей добавки один из видов муки из исследованных бобовых и рябиновое пюре. Мука бобовых культур рекомендована авторами в количестве 10 % от массы основного сырья. При добавлении рябинового пюре авторами рекомендовано внесение 7,5 % от массы основного сырья – муки пшеничной. В результате исследований доказано, что готовые макаронные изделия, произведенные по новой рецептуре с предложенными добавками, содержат повышенное количество белка, сбалансированного по аминокислотному составу. Внесение муки бобовых и рябинового пюре в макаронное тесто положительно повлияло как на органолептические показатели качества, так и на структурно-механические. Полученные макаронные изделия имеют высокие показатели качества.

В работе ОАО «Мелькомбинат» в рецептуру макаронных изделий предложены диетические пшеничные отруби как обогащающая добавка [57]. Известно, что отруби являются источниками биологически активных веществ, таких как клетчатка, минеральные вещества, различные витамины, в том числе группы В. В следующей работе описана разработанная рецептура макаронного теста, включающая, кроме пшеничной муки и воды, гороховый крахмал [58]. В работе [59] описана новая рецептура теста для производства макаронных изделий из пшеничной муки и комплексной добавки. Добавка состоит из гороховой муки 10 %, морковной пасты 8,5 % и кефира 7,5 % к массе пшеничной муки.

В работе [60] авторы для обогащения макаронных изделий использовали лекарственные растения в виде порошков. Получены хорошие результаты при добавлении к пшеничной муке порошков лекарственных трав: валериана, пустырник, зверобой, подорожник, чабрец, ромашка, а также плодов боярышника и шиповника. Известно, что все исследованное в работе растительное сырье содержит биологически активные вещества. Авторы рекомендуют внесение обогащающих растительных добавок 5–15 % к массе пшеничной муки.

В работе ООО «Макарон-Сервис» для производства макаронных изделий для потребителей с пище-

вой непереносимостью глютена авторы исследовали муку, не содержащих глютен культур, такую как рисовая, гречневая, кукурузная [61]. К безглютеновой муке авторы добавляли различные овощные и фруктовые порошки, крахмал, а также муку гороха, сои, амаранта, пшена. Рассмотренный ряд исследованных добавок в макаронное тесто позволяет расширить ассортимент выпускаемой макаронной продукции с лечебно-профилактическими свойствами с использованием местного растительного сырья.

Исследователи Milde Laura *et al.* в своей работе изучили питательную ценность безглютеновых макаронных изделий из нетрадиционного сырья [62]. В работе ГНУ НИИСХ Крайнего Севера Россельхозакадемии описан способ производства макаронных изделий с порошками плодов рябины сибирской, листьев кипрея, листа брусники [63]. Авторы статьи также исследовали возможность использования растительного сырья в макаронном производстве [64]. Рецептура включает пшеничную муку и порошок, полученный из облепихового шрота. Готовые макаронные изделия имеют приятный желтоватый цвет и повышенную биологическую ценность.

В работе И. А. Долматовой и др. для увеличения биологической ценности макаронной продукции и придания им лечебно-профилактических свойств описаны результаты исследований частичной замены пшеничной муки высшего сорта на муку из семян льна [65]. Белки льняной муки существенно превосходят белки пшеницы по аминокислотному составу, клетчатки в льняной муке содержится до 30 % от общей массы. Также льняная мука содержит минеральные вещества и витамины в легкоусвояемой форме [1]. В рассматриваемой работе авторы также исследовали варочные свойства разработанных макаронных изделий, так как эти свойства определяют основные качественные показатели и получили хорошие результаты. В исследовании дозировка льняной муки в рецептуре рекомендуется авторами 10 % к массе пшеничной хлебопекарной муки, что подтверждено ими экспериментально.

В исследовании авторов Д. Р. Аптрахимова и Ф. Х. Смольниковой представлена сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных авторами макаронных изделий по содержанию в них белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов [66]. Исследовали пшеничную, гречневую и льняную муку. Гречневая и льняная мука характеризуются более высокими показателями как пищевой, так и биологической ценности, чем пшеничная мука. Авторами отмечено, что витамины и минеральные вещества представлены в гречневой муке более широко. Авторами доказано, что использование гречневой или льняной муки как отдельно, так и в смеси с другими видами муки, расширит сырьевую базу и ассортимент макаронной продукции с лечебно-профилактическими и функциональными свойствами, в том числе для больных сахарным диабетом и целиакией.

Возросший интерес к гречневой муке как отечественных, так и иностранных исследователей, объяс-

няется ее высокой биологической ценностью и, как следствие, целесообразностью и перспективностью ее использования в промышленном производстве функциональных продуктов питания для массового потребителя [67, 68]. Гречневая мука имеет низкий гликемический индекс. Это делает возможным использование ее в производстве лечебно-профилактических продуктов питания, в том числе макаронных изделий, для потребителей с таким распространенным заболеванием, как сахарный диабет. Отсутствие белка глютена в гречке позволяет расширить ассортимент функциональных продуктов для людей, страдающих целиакией, и использовать гречневую муку в производстве макаронных изделий. При этом изделия будут позиционироваться как безглютеновые. Содержание белков в гречневой муке составляет порядка 13,6 г/100г. Для сравнения: в пшеничной муке – 10,8 г/100 г. Описанию химического состава гречихи и других ее важных характеристик посвящено много работ [69–71].

Льняная мука имеет целый ряд полезных свойств и так же широко используется в производстве функциональных продуктов питания, что представляет интерес, в том числе, для макаронной отрасли. Содержание белков в льняной муке составляет порядка 36,0 г/100 г в зависимости от сорта. Аминокислотный состав белков льна более полноценный, чем белков пшеницы или гречихи. Он позволит улучшить белковую составляющую и в конечном итоге повысить пищевую и биологическую ценность обогащаемых льняной мукой макаронных изделий [72]. Исследованы свойства льняной муки, повышающие упругие качества клейковинного комплекса при добавлении к пшеничной муке [73]. Добавление льняной муки в рецептуру макаронного теста также будет способствовать расширению ассортимента продуктов питания с высокой пищевой и биологической ценностью для массового потребителя [74, 75].

В работе Ю. В. Радионова и др. изучена возможность и целесообразность использования порошков пастернака и тыквы с целью повышения качества готовых макаронных изделий [76]. Авторами исследования определено наиболее приемлемое количество вносимого в макаронное тесто овощного порошка. В работе подробно представлены результаты исследования влияния вносимого овощного порошка на физико-химические и механические свойства готовых макаронных изделий, а также влияние на показатели качества. Представляют интерес полученные авторами результаты исследования воздействия внесенного овощного порошка на структуру теста, которые

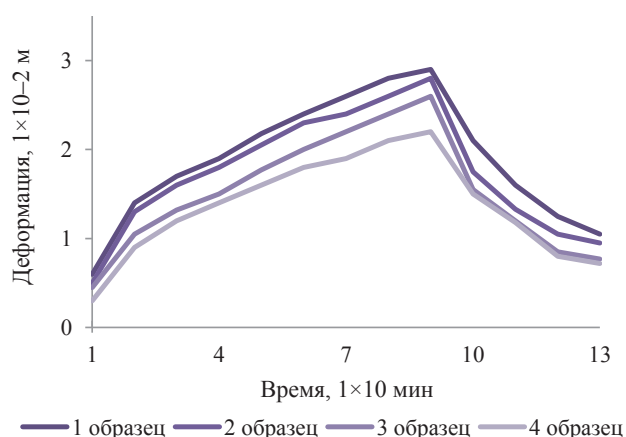


Рисунок 2. Кривые кинетики деформации теста: 1 – тесто без добавок; 2, 3, 4 – тесто с добавлением 5, 10, 15 % порошка пастернака [76]

Figure 2. Curves of kinetic deformation of dough: 1 – dough without additives; 2,3,4 – dough with the addition of 5, 10, and 15% parsnip powder [76]

представлены значениями структурно-механических показателей. Интересны также описанные в работе исследования деформации теста, представленные на рисунке 2.

В своем исследовании авторы доказали, как видно на рисунке 2, что добавление в макаронное тесто исследованных овощных порошков влечет за собой снижение адгезии теста [76]. Снижение адгезии при введении в макаронное тесто овощных порошков улучшает технологические характеристики, облегчая процесс производства макаронных изделий. Представляют интерес полученные авторами результаты исследований показателей качества готовой макаронной продукции с использованием овощных порошков, которые показаны в таблице 1.

Авторами справедливо сделан вывод, что внесение овощных порошков в тесто для макаронных изделий улучшает показатели качества готовых изделий: внешний вид, состояние поверхности, цвет. Добавление овощей упрочняет структуру теста, снижает его адгезию, а также придает готовым макаронным изделиям функциональные свойства полезные для организма человека. В целом, использование овощей как структурных улучшителей теста является перспективным и актуальным.

Б. А. Изтаев и др. исследовали возможность получения макаронной продукции с хорошими физико-химическими и органолептическими показателями

Таблица 1. Показатели качества готовой лапши с порошком пастернака [76]

Table 1. Quality indicators of noodles with parsnip powder [76]

Показатели качества	Контроль без добавок	С добавкой порошка тыквы		
		5 %	10 %	15 %
Коэффициент водопоглотительной способности	2,68 ± 0,12	2,34 ± 0,1	2,2 ± 0,2	1,80 ± 0,11
Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, %	8,40 ± 0,10	6,80 ± 0,08	6,5 ± 0,1	5,75 ± 0,2
Органо-лептическая оценка, балл	80	93	95	98

телями из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта с добавлением полидисперсной кукурузной, нутовой и амарантовой муки [77]. Авторы определили влияние указанных полидисперсных систем на свойства клейковины, реологические свойства теста и качество готовых изделий. На основании полученных экспериментальных данных авторами установлено, что для получения макаронной продукции из хлебопекарной муки высшего сорта с хорошими физико-химическими и органолептическими показателями в рецептуру допустимо внесение не более 10,0 % кукурузной и нутовой муки и не более 7,5 % амарантовой муки. Дальнейшее увеличение дозровок муки из зерновых и бобовых культур приводило к ухудшению качества готовой продукции. Авторами установлено, что применение полидисперсной муки из зерновых и бобовых культур целесообразно и перспективно для обогащения макаронных изделий многими ценными пищевыми компонентами, такими как белки, незаменимые аминокислоты, а также витамины, минеральные вещества и другие биологические ценные вещества.

Представляют интерес исследования по разработке технологий безглютеновых макаронных изделий, описанные Д. В. Шнейдер в своей работе, для больных целиакией, для которых рекомендуется специальная безглютеновая диета [78]. Макароны в основном производят из пшеничной муки, содержащей глютен, который является структурообразующим веществом при формировании реологических свойств макаронного теста и варочных свойств макаронных изделий. Как показывает опыт многих исследований на эту тему, при производстве макаронных изделий из непшеничной муки с дополнительным сырьем в количестве, превышающем 10 %, для обеспечения необходимых реологических свойств теста и качества продукции следует оптимизировать технологические параметры или применять пищевые добавки [10, 22, 65, 66, 77]. В работе Д. В. Шнейдер для разработки рецептуры макаронных изделий было использовано безглютеновое сырье: кукурузный крахмал, а также мука кукурузная, гречневая и рисовая. Суммарное содержание глютена в сырье не превышало 20 мг/кг продукта в соответствии с Codex Alimentarius [79]. В своих исследованиях автор представил результаты оптимизации технологических параметров производства безглютеновых макаронных изделий варьированием влажности теста и его температуры в шнековой камере. Как результат исследования автором разработаны новые технологии диетических безглютеновых макаронных изделий хорошего качества из следующих компонентов: кукурузный крахмал, рисовая, кукурузная и гречневая мука.

И. А. Бочкарева и др. в своей работе изучили влияние использования нетрадиционного для макаронного производства растительного сырья – тыквенной мезги, которая всегда имеется в большом количестве на предприятиях, выпускающих осветленный тыквенный сок [80]. Авторами в статье представлены результаты исследова-

ований макаронного теста из хлебопекарной муки с добавлением тыквенной мезги. Представляют интерес исследования авторами производительности экструдера, работающего на новом тесте, а также энергоёмкость процесса экструдирования. Авторами обосновано применение тыквенной мезги как структурообразующего компонента в рецептуре макаронного теста при производстве макаронных изделий класса В. Также авторами определены рекомендуемые соотношения пшеничной муки и тыквенной мезги для рецептуры теста для макаронных изделий. Для оптимизации технологических режимов производства макаронных изделий по новой рецептуре и контроля качества получаемой продукции авторами проведены исследования влияния влажности теста и дозировки вносимой овощной добавки на протекание самого технологического процесса и качество получаемой продукции. Авторами отмечено, что качество вырабатываемых по новой рецептуре макаронных изделий хорошее. На рисунках 3 и 4 представлены выявленные авторами исследования зависимости, представляющие интерес.

Авторами подтверждена необходимость дальнейших разработок, способствующих расширению ассортимента и улучшению качества макаронной продукции групп Б и В, а также доказана перспективность и целесообразность внесения овощей, в частности тыквенной мезги как структурообразующего компонента.

В работе Т. Н. Малютина и В. Ю. Туренко исследовали полбяную муку как функциональную добавку для макаронной продукции. Известно, что в зерне полбы высокое содержание полноценного белка, в состав которого входят биологически ценные незаменимые аминокислоты, что отличает полбу от пше-

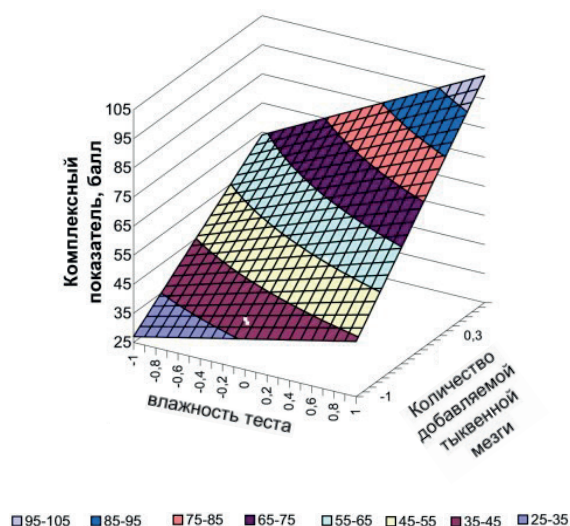


Рисунок 3. Зависимость комплексного показателя, отражающего эффективность прохождения процесса от влажности теста и количества добавляемой тыквенной мезги [80]

Figure 3. Effect of dough humidity and the amount of pumpkin pulp on the comprehensive indicator reflecting the efficiency of the process [80]

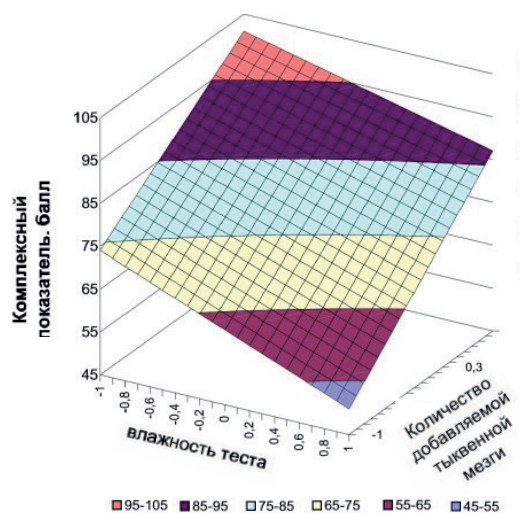


Рисунок 4. Зависимость комплексного показателя качества, отражающего сочетание физико-химических свойств от влажности теста и количества добавляемой тыквающей мезги [80]

Figure 4. The effect of dough humidity and the amount of pumpkin pulp on the comprehensive quality indicator, reflecting the combination of physico-chemical properties [80]

ницы. Мука полбы существенно превосходит муку пшеничную содержанием в ней ненасыщенных жирных кислот, а также клетчатки, витаминов, особенно группы В и железа. В авторской статье представлены результаты исследования изменений свойств макаронного теста в зависимости от количества добавляемой муки из полбы [81]. Для экспериментов было использовано макаронное тесто, приготовленное из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта с добавлением полбяной муки (10, 15 и 20 % от массы муки пшеничной). Авторами отмечено, что с добавлением полбяной муки повысилось количество сырой клейковины, отмываемой из образцов, за счет дополнительно внесенного белка, содержащегося в муке полбы. Интересно, что все образцы клейковины в исследовании характеризовались авторами как хорошие, отмечена их эластичность. Экспериментально авторами выявлено увеличение гидратационной способности клейковины теста, а также снижение значения критической влажности при сушке макаронных изделий при дозировке полбяной муки 20 %. Готовые макаронные изделия с полбой имеют ровный молочный цвет без темных вкраплений и без следов непромеса. В эксперименте увеличение вносимого количества полбяной муки приводило к увеличению прочности сухих изделий по сравнению с контрольным образцом без добавки полбяной муки. Это объясняется авторами увеличением количества белковых веществ, вносимых с добавкой полбы. Выявленная авторами исследования зависимость механической прочности готовых макаронных изделий от количества вносимой полбяной муки-добавки, представляющая интерес для других исследователей, показана на рисунке 5.

Исследованные в работе варочные свойства макаронных изделий с добавлением полбяной

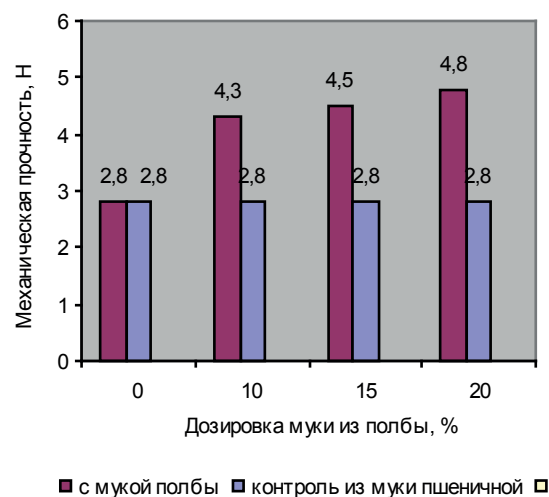


Рисунок 5. Влияние дозировки муки из полбы на механическую прочность изделий, Н [81]

Figure 5. Effect of the dose of spelt wheat flour on the mechanical strength of the product, Н [81]

муки в проведенном исследовании были хорошие, сохранение формы 100 %, потери сухих веществ при варке соответствовали требованиям нормативной документации. Результатами проведенных исследований авторы доказали целесообразность и обоснованность использования полбяной муки в макаронном производстве.

Целью работы авторов Н. С. Шелубкова и др. явилась оптимизация параметров замеса макаронного теста из композитной муки [82]. Подробно описаны результаты исследования влияния типа замеса макаронного теста из композитной муки на качество готовых изделий. В эксперименте варьировали влажность макаронного теста и температуру воды для замеса. В работе использовали, в зависимости от влажности теста, три типа замеса: твердый (28–29 %), средний (29–31 %), мягкий (31–32 %). В зависимости от температуры теста: холодный замес – при температуре ниже 35 °С, теплый замес – при температуре 35–65 °С, горячий замес – при температуре 65–75 °С. Для повышения пищевой и биологической ценности макаронных изделий из зерна мягкой пшеницы исследовали влияние внесения нутовой муки в макаронное тесто. Для определения оптимальных параметров замеса теста готовые изделия авторы анализировали по прочности макаронных изделий и коэффициентам увеличения массы и объема. Авторами определено оптимальное соотношение компонентов смеси (мука пшеничная твердых сортов – 5 %, мука хлебопекарная мягких сортов – 85 %, мука нутовая – 10 %). Готовые изделия из композитной муки не уступают по качеству образцам из муки твердой пшеницы. Авторами установлено, что оптимальными параметрами замеса макаронного теста из композитной муки являются: в зависимости от влажности полуфабриката – твердый тип, в зависимости от температуры – горячий тип замеса, которые рекомендуются для введения в технологические инструкции макаронного производства.

Проводятся исследования по разработкам новых способов и нового оборудования для производства макаронных изделий. В работах [83, 84] представлены результаты разработок новых способов производства макаронных изделий. В работе [85] результатом исследований авторов явилась технология интенсификации производства макаронных изделий с использованием ультразвукового воздействия и инфракрасного излучения. Разработанные макаронные прессы, в том числе с излучателем ультразвука, представлены в работах [86, 87]. Разработанное устройство для сушки макаронных изделий ускоренным способом представлено авторами в работе [88].

Основные проблемы и тенденции макаронной отрасли. Макароны в России вырабатываются, в основном, из муки мягких сортов пшеницы, по причине дефицитности твердых сортов. В муке мягких сортов нет важнейших витаминов, минеральных веществ и незаменимых аминокислот. Поэтому для повышения пищевой ценности макаронных изделий применяют обогащение.

Для обогащения используют различные добавки, в том числе растительное сырье, которое поможет обеспечить повышение содержания питательных веществ в макаронных изделиях из хлебопекарной муки, а также расширение ассортимента.

С увеличением количества вносимой обогащающей добавки в макаронное тесто будут повышаться и полезные свойства макаронных изделий. Но, как известно из результатов рассмотренных экспериментальных исследований, возможны ухудшения некоторых технологических свойств. Поэтому для каждого обогащающего компонента необходимо комплексное исследование для определения оптимального количества внесения в состав макаронного теста. При использовании нетрадиционного сырья в рецептуре макаронных изделий необходимо учитывать всестороннее его влияние как на химические процессы, так и на физиологические. Разработка и производство макаронных изделий повышенной пищевой ценности целесообразны, так они имеют стабильный спрос у населения и доступную цену.

Выводы

Проведенный анализ свидетельствует о том, что производство макаронных изделий активно развивается, что подтверждается стабильным ростом спроса на данную продукцию. В России макаронные изделия популярны, потребляются в большом количестве и входят в список товаров повседневного спроса. По результатам выполненных исследований подтверждена возможность профилактики различных распространенных заболеваний у населения при потреблении макаронных изделий. Поэтому для профилактики различных заболеваний и восполнения

имеющегося дефицита нутриентов целесообразно производство макаронных изделий с использованием нетрадиционного сырья, в том числе растительного, улучшающего их качество и пищевую ценность.

Использование макаронных изделий как объекта для обогащения недостающими функциональными ингредиентами позволит улучшить пищевой статус и здоровье в целом различных групп населения. Исследования отечественных и зарубежных ученых свидетельствует о том, что наиболее эффективным способом повышения здоровья населения, снижения заболеваемости и повышения качества жизни является организованное промышленное производство продуктов питания, которые соответствовали бы популярным во всем мире идеям здорового питания. Работы многих отечественных и иностранных исследователей направлены на поиск новых источников сырья и функциональных добавок для макаронного производства, которые способствовали бы снижению калорийности, повышению пищевой ценности, обогащению функциональными ингредиентами, говорят об актуальности данного направления.

Исследования подтвердили стабильный спрос у населения многих стран на макаронные изделия. Отмечается также повышение спроса на продукты питания, в том числе макаронные изделия повышенного качества и предпочтение полезной и качественной продукции, несмотря на ее более высокую стоимость.

Проведенный обзор позволяет оценить состояние и направления развития макаронной промышленности, найти новые подходы к более полному использованию местной сырьевой базы, расширить линейку выпускаемых макаронных изделий, в том числе функциональных. Рассмотренные результаты могут быть интересны и полезны для производителей и разработчиков функциональных макаронных изделий и в целом продуктов питания с функциональной направленностью.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Авторы выражают благодарность д.т.н., профессору Виктору Францевичу Добровольскому за консультационную помощь в проведении исследований.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук (тема № 0529-2019-0065 «Разработка и оценка эффективности новых инновационных пищевых концентратов и продуктов диетического профилактического питания для специфических контингентов»).

Список литературы

1. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

2. Обоснование уровня обогащения пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, В. Б. Спиричев [и др.] // Вопросы питания. – 2010. – Т. 79, № 1. – С. 23–33.
3. Обогащенные и функциональные пищевые продукты: сходство и различия / В. К. Мазо, В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская [и др.] // Вопросы питания. – 2012. – Т. 81, № 1. – С. 63–68.
4. Спиричев, В. Б. Научная концепция «D₃+12 витаминов» – эффективный путь обогащения пищевых продуктов / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2013. – № 1. – С. 24–28.
5. Коденцова, В. М. К обоснованию уровня обогащения витаминами и минеральными веществами пищевых продуктов массового потребления / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Вопросы питания. – 2011. – Т. 80, № 5. – С. 64–70.
6. Об Основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>. – Дата обращения: 12.05.2019.
7. Об утверждении Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства РФ от 17.04.2012, № 559-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128940/. – Дата обращения: 12.05.2019.
8. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>. – Дата обращения: 11.05.2019.
9. Аналитический портал «Маркетинговые исследования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.indexbox.ru>. – Дата обращения: 12.05.2019.
10. Аптрахимов, Д. Р. Совершенствование технологии макаронных изделий с добавлением растительного сырья (патентный поиск) / Д. Р. Аптрахимов, М. Б. Ребезов, Ф. Х. Смольникова // Молодой ученый. – 2015. – Т. 93, № 13. – С. 90–92.
11. Марченкова, И. С. Углеводный состав пищевых продуктов, наиболее широко используемых в питании населения России (хлебобулочные, макаронные и кондитерские изделия) / И. С. Марченкова, А. К. Батулин, М. М. Гаппаров // Вопросы питания. – 2002. – № 6. – С. 26–29.
12. Коргина, Т. В. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования растительного сырья / Т. В. Коргина, Г. А. Осипова, Д. С. Сечина // Хлебопродукты. – 2014. – № 2. – С. 39–41.
13. Панжин, Д. Макаaronное производство в России: сырьевые и технологические тенденции / Д. Панжин // Хлебопродукты. – 2006. – № 11. – С. 28–29.
14. Казеннова, Н. К. Формирование качества макаронных изделий / Н. К. Казеннова, Д. В. Шнейдер, Т. Б. Цыганова. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 99 с.
15. Корячкина, С. Я. Макаaronные изделия: способы повышения качества и пищевой ценности / С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова. – Орел : Труд, 2006. – 276 с.
16. Киселев, В. М. Новая парадигма организации питания сосредоточенных контингентов / В. М. Киселев, Е. Г. Першина // Техника и технология пищевых производств. – 2009. – Т. 13, № 2. – С. 50–53.
17. Techniques to evaluate changes in the nutritional profile of food products / S. B. R. D. Prado, E. B. Giuntini, F. Grande [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. – 2016. – Vol. 53. – P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.08.007>.
18. Substitution of wheat with cassava starch effect on dough behaviour and quality characteristics of macaroni noodles / O. O. Oladunmoye, O. C. Aworth, B. Ade-Omowaye [et al.] // Nutrition and Food Science. – 2017. – Vol. 47, № 1. – P. 108–121. DOI: <https://doi.org/10.1108/NFS-10-2015-0130>.
19. Осипова, Г. А. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий: монография / Г. А. Осипова, С. Я. Корячкина, А. Н. Волчков. – Орёл : Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, 2010. – 159 с.
20. Пат. 2630455С1 Российская Федерация, МПК А23L 7/109. Способ ускоренной сушки макаронных изделий с добавками / Романчиков С. А.; заявитель и патентообладатель ФГКВБОУ ВПО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. – № 2017102098/13; заявл. 23.01.2017; опубл. 08.10.2017; Бюл. № 25. – 98 с.
21. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). – М., 2010. – 352 с.
22. Корячкина, С. Я. Способ производства макаронных изделий из нетрадиционного сырья / С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2006. – Т. 295, № 6. – С. 33–35.
23. Шнейдер, Д. В. Разработка рецептур макаронных изделий повышенной пищевой ценности / Д. В. Шнейдер, Е. В. Дудченко, Е. А. Зайцева // Хлебопечение России. – 2009. – № 3. – С. 20–21.
24. Осипова, Г. А. Использование комплексной добавки в производстве макаронных изделий / Г. А. Осипова // Хлебопродукты. – 2011. – № 8. – С. 55–57.
25. Influence of High-Temperature Drying on Structural and Textural Properties of Durum Wheat Pasta / C. Zweifel, S. Handschin, F. Escher [et al.] // Cereal Chemistry. – 2003. – Vol. 80, № 2. – P. 159–167. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2003.80.2.159>.
26. Effect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat / F. Cubadda, F. Aureli, A. Raggi [et al.] // Journal of Cereal Science. – 2009. – Vol. 49, № 1. – P. 92–97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.07.008>.
27. Effect of β -Glucan on Technological, Sensory, and Structural Properties of Durum Wheat Pasta / N. Aravind, M. Sissons, N. Egan [et al.] // Cereal Chemistry. – 2012. – Vol. 89, № 2. – P. 84–93. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-08-11-0097>.
28. Drying of Durum Wheat Pasta and Enriched Pasta: A Review of Modeling Approaches / S. Mercier, M. Mondor, C. Moresoli [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2016. – Vol. 56, № 7. – P. 1146–1168. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.757691>.

29. Changes in pasta proteins induced by drying cycles and their relationship to cooking behaviour / C. Lamacchia, A. Di Luccia, A. Baiano [et al.] // *Journal of Cereal Science*. – 2007. – Vol. 46, № 1. – P. 58–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.12.004>.
30. Jukić, M. Colour changes of pasta produced with different supplements during drying and cooking / M. Jukić, Ž. Ugarčić-Hardi, D. Koceva Komlenić // *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. – 2007. – Vol. 103, № 4. – P. 159–163.
31. Synergistic effect of different dietary fibres in pasta on in vitro starch digestion? / M. Foschia, D. Peressini, A. Sensidoni [et al.] // *Food Chemistry*. – 2015. – Vol. 172. – P. 245–250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.062>.
32. Tudorică, C. M. Nutritional and Physicochemical Characteristics of Dietary Fiber Enriched Pasta / C. M. Tudorică, V. Kuri, C. S. Brennan // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2002. – Vol. 50, № 2. – P. 347–356. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0106953>.
33. Microstructure and cooking quality of barley-enriched pasta produced at different process parameters / I. Kosović, M. Benšić, Đ. Ačkar [et al.] // *Foods and Raw Materials*. – 2018. – Vol. 6, № 2. – P. 281–290. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-281-290>.
34. Polymeric protein formation during pasta-making with barley and semolina mixtures, and prediction of its effect on cooking behaviour and acceptability / C. Lamacchia, A. Baiano, S. Lamparelli [et al.] // *Food Chemistry*. – 2011. – Vol. 129, № 2. – P. 319–328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.063>.
35. Quality characteristics and in vitro digestibility study of barley flour enriched ditalini pasta / A. Montalbano, L. Tesoriere, P. Diana [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2016. – Vol. 72. – P. 223–228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.042>.
36. Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour / G. Giuberti, A. Gallo, C. Cerioli [et al.] // *Food Chemistry*. – 2015. – Vol. 175. – P. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.127>.
37. Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta / V. Larrosa, G. Lorenzo, N. Zaritzky [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2016. – Vol. 70. – P. 96–103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.039>.
38. Aydin, E. Cooking quality and sensorial properties of noodle supplemented with oat flour / E. Aydin, D. Gocmen // *Food Science and Biotechnology*. – 2011. – Vol. 20, № 2. – P. 507–511. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0070-1>.
39. Effect of oat β -glucan fiber powder and vacuum-drying on cooking quality and physical properties of pasta / M. Piwinska, J. Wyrwisz, M. Kurek [et al.] // *CyTA – Journal of Food*. – 2015. – Vol. 13, № 1. – P. 101–108. DOI: <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1052987>.
40. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features / A. Lorusso, M. Verni, M. Montemurro [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2017. – Vol. 78. – P. 215–221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.046>.
41. Ahmed, I. Quality evaluation of noodles prepared from blending of broken rice and wheat flour / I. Ahmed, I. M. Qazi, S. Jamal // *Starch/Staerke*. – 2015. – Vol. 67, № 11–12. – P. 905–912. DOI: <https://doi.org/10.1002/star.201500037>.
42. Studies on Physico-Chemical Properties of *Vermicelli* Prepared by Using Skim Milk Powder / B. V. Ronge, P. V. Padghan, R. V. Jayabhaye [et al.] // *Journal of Ready to Eat Food*. – 2017. – Vol. 4, № 2. – P. 18–24.
43. Pasta added with chickpea flour: chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index / P. Osorio-Díaz, E. Agama-Acevedo, M. Mendoza-Vinalay [et al.] // *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. – 2008. – Vol. 6, № 1. – P. 6–12. DOI: <https://doi.org/10.1080/11358120809487621>.
44. How the structure, nutritional and sensory attributes of pasta made from legume flour is affected by the proportion of legume protein / K. Laleg, C. Barron, S. Cordelle [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2017. – Vol. 79. – P. 471–478. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.069>.
45. Optimisation of a process for cocoa-based vermicelli / J. Singh, K. Kalyan, A. Yikona [et al.] // *Foods and Raw Materials*. – 2018. – Vol. 6, № 2. – P. 291–295. DOI: <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-291-295>.
46. Lande, S. B. Production of nutrient rich vermicelli with malted finger millet (Ragi) flour / S. B. Lande, S. Thorats, A. A. Kulthe // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. – 2017. – Vol. 6, № 4. – P. 702–710. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.086>.
47. Singh, J. Evaluation of the Nutritional and Quality Characteristics of Black Carrot Fortified Instant Noodles / J. Singh, S. Kaur, P. Rasane // *Current Nutrition and Food Science*. – 2018. – Vol. 14, № 5. – P. 442–449. DOI: <https://doi.org/10.2174/1573401313666170724115548>.
48. The role of hydration on the cooking quality of bran-enriched pasta / B. la Gatta, M. Rutigliano, L. Padalino [et al.] // *LWT – Food Science and Technology*. – 2017. – Vol. 84. – P. 489–496. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.013>.
49. Improved functional properties of pasta: Enrichment with amaranth seed flour and dried amaranth leaves / A. Cardenas-Hernandez, T. Beta, Loarca-Pina G. [et al.] // *Journal of Cereal Science*. – 2016. – Vol. 72. – P. 84–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.09.014>.
50. Mounika, B. Development and quality evaluation of pasta with incorporation of Colocasia leaves powder and beet-root powder / B. Mounika, S. Maloo, V. Bhasker // *International Journal of Food Science and Nutrition*. – 2019. – Vol. 4, № 1. – P. 12–17.
51. Chemical, starch digestibility and sensory characteristics of durum wheat/unripe whole banana flour blends for spaghetti formulation / P. Osorio-Díaz, J. J. Islas-Hernandez, E. Agama-Acevedo [et al.] // *Food and Nutrition Sciences*. – 2014. – Vol. 5, № 3. – P. 264–270. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.53033>.

52. Feillet, P. Pasta Brownness: An Assessment / P. Feillet, J. C. Autran, C. Icard-Vernière // *Journal of Cereal Science*. – 2000. – Vol. 32, № 3. – P. 215–233. DOI: <https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0326>.
53. Quality Evaluation of Non Wheat Sweet Vermicelli / K. S. P. Devi, R. S. Prema, H. Vaidheswaran [et al.] // *International Journal of Engineering and Technoscience*. – 2015. – Vol. 1. – P. 1–6.
54. Utilization of dehydrated moringa oleifera and Solanum nigrum leaves for the preparation of value added pasta / A. Zebish, P. Virginia, P. Ajit [et al.] // *International Journal of Food Science and Nutrition*. – 2017. – Vol. 2, № 1. – P. 163–165.
55. Пат. 2222223С2 Российская Федерация, МПК 7 А23L1/16. Способ производства макаронных изделий с использованием нетрадиционного сырья – амаранта / Петрова Е. В., Шерстнева М. В., Шнейдер Д. В.; заявитель и патентообладатель Государственный НИИ хлебопекарной промышленности Государственное унитарное предприятие Закрытое акционерное общество «Макарон-Сервис». – № 2001125728/13; заявл. 21.09.2001; опубл. 27.01.2004.
56. Пат. 2289952С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Состав теста для производства макаронных изделий / Корячкина С. Я., Осипова Г. А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Орловский государственный технический университет». – № 2005115176/13; заявл. 18.05.2005 опубл. 27.12.2006; Бюл. № 36.
57. Пат. 2375915С2 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Способ производства макаронных изделий и макаронные изделия / Потапов С. С., Горчаков П. В., Дыхно Л. И. [и др.]; заявитель и патентообладатель ОАО «Мелькомбинат». – № 2008106788/13; заявл. 26.02.2008; опубл. 20.12.2009; Бюл. № 35.
58. Пат. 2489901С2 Российская Федерация, МПК А23L1/16, А21D 2/00. Состав теста для производства макаронных изделий / Шелепина Н. В.; заявитель и патентообладатель Шелепина Н. В. – № 2009141398/13; заявл. 09.11.2009; опубл. 20.08.2013; Бюл. № 14.
59. Пат. 2466563С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Состав теста для производства макаронных изделий / Осипова Г. И.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс. – № 2011114081/13; заявл. 11.04.2011; опубл. 20.11.2012; Бюл. № 32.
60. Пат. 2462046С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Состав теста для производства макаронных изделий / Осипова Г. И., Коргина Т. В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс. – № 2011112756; заявл 01.04.2011; опубл. 27.09.2012.
61. Пат. 2446708С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Способ производства макаронных изделий / Шнейдер Т. И., Казеннова Н. К., Шнейдер Д. В. [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО «Макарон-Сервис». – № 2010146282/13; заявл. 13.11.2010; опубл. 10.04.2012; Бюл. № 10.
62. Milde Laura, B. Nutritional characterization of gluten free non-traditional pasta / B. Milde Laura, S. Chigal Paola, O. Chiola Zayas María // *International Journal of Food Science and Nutrition*. – 2018. – Vol. 3, № 5. – P. 19–24.
63. Пат. 2494643С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Способ производства макаронных изделий / Тюпкина Г. И., Кисвай Н. И., Ларина Н. В.; заявитель и патентообладатель ГНУ НИИСХ Крайнего Севера Россельхозакадемии. – № 2012122376/136; заявл. 30.05.2012; опубл. 10.10.2013.
64. Пат. 2548188С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Макароны изделие «Здоровье» с облепиховым шротом / Никулина Е. О., Иванова Г. В., Кольман О. Я.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет». – № 2013152000/13; заявл. 21.11.2013; опубл. 20.04.2015 Бюл. № 11. – 5 с.
65. Исследование показателей качества обогащенных макаронных изделий / И. А. Долматова, Т. Н. Зайцева, Г. Д. Иванова [и др.] // *Молодой ученый*. – 2015. – Т. 86, № 6. – С. 148–152.
66. Аптрахимов, Д. Р. Сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных макаронных изделий / Д. Р. Аптрахимов, Ф. Х. Смольникова, М. Б. Ребезов // *Молодой ученый*. – 2016. – Т. 125, № 21. – С. 111–114.
67. Cooking, textural, sensorial, and antioxidant properties of common and tartary buckwheat vermicelli / Y. J. Ma, X. D. Guo, H. Liu [et al.] // *Food Science and Biotechnology*. – 2013. – Vol. 22, № 1. – P. 153–159. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0021-0>.
68. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality / S. Chillo, J. Laverse, P. M. Falcone [et al.] // *Journal of Cereal Science*. – 2008. – Vol. 47, № 2. – P. 144–152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.03.004>.
69. Гаврилова, О. М. Приготовление хлеба с использованием гречневой муки / О. М. Гаврилова, И. В. Матвеева, П. И. Вакуленик // *Хлебопечение России*. – 2007. – № 3. – С. 14–16.
70. Сохранение свежести хлеба из смеси пшеничной и гречневой муки / О. М. Гаврилова, И. В. Матвеева, Т. А. Юдина [и др.] // *Хлебопечение России*. – 2008. – № 3. – С. 18–20.
71. Гречи́ха [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://россельхоз.рф/stati/rastenievodstvo/grechiha.html>. – Дата обращения: 11.05.19.
72. Создание технологии производства новых продуктов питания из семян льна / Л. И. Мачихина, Е. П. Мелешкина, Л. Г. Приезжева [и др.] // *Хлебопродукты*. – 2012. – № 6. – С. 54–58.
73. Миневич, И. Э. Разработка технологических решений переработки семян льна для создания функциональных пищевых продуктов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Миневич Ирина Эдуардовна. – М., 2009. – 25 с.
74. Зубцов, В. А. Льняное семя, его состав и свойства / В. А. Зубцов, Л. Л. Осипова, Т. И. Лебедева // *Российский химический журнал*. – 2002. – Т. 46, № 2. – С. 14–16.
75. Серосодержащие аминокислоты в диагностике, целенаправленном поддержании и формировании здоровья / В. К. Чокинэ, С. Н. Гараева, А. В. Невова [и др.] // *Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни*. – 2011. – Т. 315, № 3. – С. 15–35.

76. Влияние порошка пастернака на качественные показатели лапши и макаронных изделий / Ю. В. Радионов, С. И. Данилин, М. А. Митрохин [и др.] // *Технология пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания.* – 2017. – Т. 15, № 1. – С. 56–61.
77. Расширение ассортимента макаронных изделий за счет использования комбинированных систем сырья / Б. А. Изтаев, Г. К. Исакова, Г. А. Умирзакова [и др.] // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* – 2018. – Т. 80, № 1. – С. 173–180. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-173-180>.
78. Шнейдер, Д. В. Разработка технологий безглютеновых макаронных изделий / Д. В. Шнейдер // *Пищевая промышленность.* – 2012. – № 9. – С. 40–41.
79. Codex Alimentarius 1981:118 Codex standard for Gluten Free Foods. – WHO, 1981. – 3 p.
80. Бочкарева, И. А. Оптимизация процесса производства макаронных изделий специального назначения с использованием тыквенной мезги / И. А. Бочкарева, В. П. Попов, А. Г. Зинюхина // *Вестник ОГУ.* – 2014. – Т. 170, № 9. – С. 226–230.
81. Малютина, Т. Н. Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы / Т. Н. Малютина, В. Ю. Туренко // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.* – 2016. – Т. 70, № 4. – С. 166–171. DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-166-171>.
82. Оптимизация параметров замеса макаронного теста из комpositивной муки / Н. С. Шелубкова, М. К. Садыгова, Т. В. Кириллова [и др.] // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета.* – 2018. – Т. 140, № 5. – С. 232–239.
83. Пат. 2302125С2 Российская Федерация, МПК А23Л1/16. Способ производства макаронных изделий / Юков В. В., Лихачева В. И., Шагабиев Ф. М. [и др.]; заявитель и патентообладатель Уральский государственный экономический университет, ЕМУП «Екатеринбургский хлебокомбинат». – № 2006125844/13; заявл. 15.08.2005; опубл. 10.07.2007; Бюл. № 19. – 8 с.
84. Пат. 2591458С2 Российская Федерация, МПК А23Л7/109. Способ производства макаронных изделий / Романчиков С. А., Кобыда Е. В., Заньков П. Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВПО «Военная академия тыла и транспорта имени генерала армии А. В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. – № 2013128514/13; заявл. 21.06.2013; опубл. 20.07.2016; Бюл. № 20. – 24 с.
85. Романчиков, С. А. Технология интенсификации производства макаронных изделий с использованием ультразвукового воздействия и инфракрасного излучения / С. А. Романчиков // *Техника и технология пищевых производств.* – 2018. – Т. 48, № 3. – С. 96–104. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-96-104>.
86. Пат. 2530999С1 Российская Федерация, МПК А21С3/04, А21С11/16, А21С11/20. Макароны пресс / Романчиков С. А., Кобыда Е. В., Заньков П. Н. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВПО «Военная академия тыла и транспорта имени генерала армии А. В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. – № 2013119015/13; заявл. 23.04.2013; опубл. 20.10.2014; Бюл. № 29. – 12 с.
87. Антуфьев, В. Т. Макароны пресс с излучателем ультразвука / В. Т. Антуфьев, Е. И. Верболюз, Е. В. Кобыда // *Хлебопродукты.* – 2014. – № 2. – С. 44–45.
88. Пат. 167724U1 Российская Федерация, МПК А21С9/00. Устройство для сушки макаронных изделий ускоренным способом / Николюк О. И., Абдурахманов Э. Ф., Романчиков С. А. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВПО «Военная академия тыла и транспорта имени генерала армии А. В. Хрулёва» Министерства обороны Российской Федерации. – № 2016123879/13; заявл. 15.06.2016; опубл. 10.01.2017; Бюл. № 1. – 10 с.

References

1. Skurikhin IM, Tutel'yan VA. *Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov: Spravochnik* [Chemical composition of Russian food products: Manual]. Moscow: DeLi print; 2002. 236 p. (In Russ.).
2. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Spirichev VB, Shatnyuk LN. Substantiation of vitamins and minerals level in fortified foodstuffs. *Problems of Nutrition.* 2010;79(1):23–33. (In Russ.).
3. Mazo VK, Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Zilova IS. Enriched and functional foodstuffs: similarities and differences. *Problems of Nutrition.* 2012;81(1):63–68. (In Russ.).
4. Spirichev VB, Shatnyuk LN. Scientific Concept of 'D3 +12 vitamins' is an Effective Way to Enrich Food Products. *Food ingredients: raw materials and additives.* 2013;(1):24–28. (In Russ.).
5. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA. The justification of levels of vitamins and minerals added to foods of mass consumption. *Problems of Nutrition.* 2011;80(5):64–70. (In Russ.).
6. Ob Osnovakh gosudarstvennoy politiki v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda [On the Basics of state policy in the field of healthy nutrition of the population of the Russian Federation for the period until 2020] [Internet]. [cited 2019 May 12]. Available from: <http://www.garant.ru/>.
7. Ob utverzhdenii Strategii razvitiya pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda: rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 17.04.2012, № 559-r [On approval of the Development Strategy of the food and processing industry of the Russian Federation for the period until 2020: Decree of the Government of the Russian Federation of April 17, 2012, No. 559-p] [Internet]. [cited 2019 May 12]. Available from: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_128940/.
8. Federal State Statistics Service [Internet]. [cited 2019 May 11]. Available from: <http://www.gks.ru>.
9. Analiticheskiy portal 'Marketingovye issledovaniya' [Analytical portal 'Marketing research'] [Internet]. [cited 2019 May 12]. Available from: <http://www.indexbox.ru>.

10. Aptrakhimov DR, Rebezov MB, Smol'nikova FK. Sovershenstvovanie tekhnologii makaronnykh izdeliy s dobavleniem rastitel'nogo syr'ya (patentnyy poisk) [Improving the technology of pasta with the addition of plant materials (patent search)]. *Young Scientist*. 2015;93(13):90–92. (In Russ.).
11. Marchenkova IS, Baturin AK, Gapparov MM. Uglevodnyy sostav pishchevykh produktov, naibolee shiroko ispol'zuyemykh v pitanii naseleniya Rossii (khlebobulochnye, makaronnye i konditerskie izdeliya) [Carbohydrate composition of foods widely present in the nutrition of Russian population of (bakery, pasta, and confectionery)]. *Problems of Nutrition*. 2002;(6):26–29. (In Russ.).
12. Korgina TV, Osipova GA, Sechina DS. Expansion of the range of pasta due to use of vegetable raw materials. *Bread products*. 2014;(2):39–41. (In Russ.).
13. Panzhin D. Makaronnoe proizvodstvo v Rossii: syr'evye i tekhnologicheskie tendentsii [Pasta production in Russia: raw materials and technological trends]. *Bread products*. 2006;(11):28–29. (In Russ.).
14. Kazennova NK, Shneyder DV, Tsyganova TB. Formirovanie kachestva makaronnykh izdeliy [Pasta quality formation]. Moscow: DeLi print; 2009. 99 p. (In Russ.).
15. Koryachkina SYa, Osipova GA. Makaronnye izdeliya: sposoby povysheniya kachestva i pishchevoy tsennosti [Pasta: ways to improve quality and nutritional value]. Orel: Trud; 2006. 276 p. (In Russ.).
16. Kiselyov VM, Pershina EG. New paradigm of catering services of the concentrated contingents. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2009;13(2):50–53. (In Russ.).
17. Prado SBRD, Giuntini EB, Grande F, Menezes EWD. Techniques to evaluate changes in the nutritional profile of food products. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2016;53:1–6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.08.007>.
18. Oladunmoye OO, Aworth OC, Ade-Omowaye B, Elemo G. Substitution of wheat with cassava starch effect on dough behaviour and quality characteristics of macaroni noodles. *Nutrition and Food Science*. 2017;47(1):108–121. DOI: <https://doi.org/10.1108/NFS-10-2015-0130>.
19. Osipova GA, Koryachkina SYa, Volchkov AN. Sposoby povysheniya biologicheskoy tsennosti makaronnykh izdeliy: monografiya [Increasing the biological value of pasta: Monograph]. Orel: Orel State University named after I.S. Turgenyev; 2010. 159 p. (In Russ.).
20. Romanchikov SA. Method of accelerated drying of pasta with additives. Russia patent RU 2630455C1. 2017.
21. Edinye sanitarno-ehpidemiologicheskie i gigienicheskie trebovaniya k tovaram, podlezhashchim sanitarno-ehpidemiologicheskomu nadzoru (kontrolyu) [Unified sanitary, epidemiological, and hygienic requirements for goods subject to sanitary and epidemiological surveillance (control)]. – Moscow, 2010. 352 p.
22. Koryachkina SYa, Osipova GA. Sposob proizvodstva makaronnykh izdeliy iz netraditsionnogo syr'ya [Pasta production method from non-traditional raw materials]. *News institutes of higher Education. Food technology*. 2006;295(6):33–35. (In Russ.).
23. Shneyder DV, Dudchenko EV, Zaytseva EA. Razrabotka retseptur makaronnykh izdeliy povyshennoy pishchevoy tsennosti [Development of formulations for pasta with high nutritional value]. *Baking in Russia*. 2009;(3):20–21. (In Russ.).
24. Osipova GA. Ispol'zovanie kompleksnoy dobavki v proizvodstve makaronnykh izdeliy [Comprehensive additives in pasta production]. *Bread products*. 2011;(8):55–57. (In Russ.).
25. Zweifel C, Handschin S, Escher F, Conde-Petit B. Influence of High-Temperature Drying on Structural and Textural Properties of Durum Wheat Pasta. *Cereal Chemistry*. 2003;80(2):159–167. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2003.80.2.159>.
26. Cubadda F, Aureli F, Raggi A, Carcea M. Effect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat. *Journal of Cereal Science*. 2009;49(1):92–97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.07.008>.
27. Aravind N, Sissons M, Egan N, Fellows CM, Blazek J, Gilbert EP. Effect of β -Glucan on Technological, Sensory, and Structural Properties of Durum Wheat Pasta. *Cereal Chemistry*. 2012;89(2):84–93. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-08-11-0097>.
28. Mercier S, Mondor M, Moresoli C, Villeneuve S, Marcos B. Drying of Durum Wheat Pasta and Enriched Pasta: A Review of Modeling Approaches. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016;56(7):1146–1168. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.757691>.
29. Lamacchia C, Di Luccia A, Baiano A, Gambacorta G, la Gatta B, Pati S, et al. Changes in pasta proteins induced by drying cycles and their relationship to cooking behaviour. *Journal of Cereal Science*. 2007;46(1):58–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.12.004>.
30. Jukić M, Ugarčić-Hardi Ž, Koceva Komlenić D. Colour changes of pasta produced with different supplements during drying and cooking. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. 2007;103(4):159–163.
31. Foschia M, Peressini D, Sensidoni A, Brennan MA, Brennan CS. Synergistic effect of different dietary fibres in pasta on in vitro starch digestion? *Food Chemistry*. 2015;172:245–250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.062>.
32. Tudorică CM, Kuri V, Brennan CS. Nutritional and Physicochemical Characteristics of Dietary Fiber Enriched Pasta. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002;50(2):347–356. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0106953>.
33. Kosović I, Benšić M, Ačkar Đ, Jozinović A, Ugarčić Ž, Babić J, et al. Microstructure and cooking quality of barley-enriched pasta produced at different process parameters. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(2):281–290. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-281-290>.
34. Lamacchia C, Baiano A, Lamparelli S, Terracone C, Trani A, Di Luccia A. Polymeric protein formation during pasta-making with barley and semolina mixtures, and prediction of its effect on cooking behaviour and acceptability. *Food Chemistry*. 2011;129(2):319–328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.063>.

35. Montalbano A, Tesoriere L, Diana P, Barraja P, Carbone A, Spanò V, et al. Quality characteristics and in vitro digestibility study of barley flour enriched ditalini pasta. *LWT – Food Science and Technology*. 2016;72:223–228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.042>.
36. Giuberti G, Gallo A, Cerioli C, Fortunati P, Masoero F. Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food Chemistry*. 2015;175:43–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.127>.
37. Larrosa V, Lorenzo G, Zaritzky N, Califano A. Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *LWT – Food Science and Technology*. 2016;70:96–103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.039>.
38. Aydin E, Gocmen D. Cooking quality and sensorial properties of noodle supplemented with oat flour. *Food Science and Biotechnology*. 2011;20(2):507–511. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0070-1>.
39. Piwinska M, Wyrwiz J, Kurek M, Wierzbicka A. Effect of oat β -glucan fiber powder and vacuum-drying on cooking quality and physical properties of pasta. *CyTA – Journal of Food*. 2015;13(1):101–108. DOI: <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1052987>.
40. Lorusso A, Verni M, Montemurro M, Coda R, Gobetti M, Rizzello CG. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. *LWT – Food Science and Technology*. 2017;78:215–221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.046>.
41. Ahmed I, Qazi IM, Jamal S. Quality evaluation of noodles prepared from blending of broken rice and wheat flour. *Starch/Staerke*. 2015;67(11–12):905–912. DOI: <https://doi.org/10.1002/star.201500037>.
42. Ronge BV, Padghan PV, Jayabhaye RV, Patil RA. Studies on Physico-Chemical Properties of *Vermicelli* Prepared by Using Skim Milk Powder. *Journal of Ready to Eat Food*. 2017;4(2):18–24.
43. Osorio-Díaz P, Agama-Acevedo E, Mendoza-Vinalay M, Tovar J, Bello-Pérez LA. Pasta added with chickpea flour: chemical composition, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2008;6(1):6–12. DOI: <https://doi.org/10.1080/11358120809487621>.
44. Laleg K, Barron C, Cordelle S, Schlich P, Walrand S, Micard V. How the structure, nutritional and sensory attributes of pasta made from legume flour is affected by the proportion of legume protein. *LWT – Food Science and Technology*. 2017;79:471–478. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.069>.
45. Optimisation of a process for cocoa-based vermicelli / J. Singh, K. Kalyan, A. Yikona [et al.] // *Foods and Raw Materials*. – 2018. – Vol. 6, № 2. – P. 291–295. DOI: <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-291-295>.
46. Lande SB, Thorats S, Kulthe AA. Production of nutrient rich vermicelli with malted finger millet (Ragi) flour. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017;6(4):702–710. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijemas.2017.604.086>.
47. Singh J, Kaur S, Rasane P. Evaluation of the Nutritional and Quality Characteristics of Black Carrot Fortified Instant Noodles. *Current Nutrition and Food Science*. 2018;14(5):442–449. DOI: <https://doi.org/10.2174/1573401313666170724115548>.
48. la Gatta B, Rutigliano M, Padalino L, Conte A, Del Nobile MA, Di Luccia A. The role of hydration on the cooking quality of bran-enriched pasta. *LWT – Food Science and Technology*. 2017;84:489–496. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.013>.
49. Cardenas-Hernandez A, Beta T, Loarca-Pina G, Castano-Tostado E, Nieto-Barrera JO, Mendoza S. Improved functional properties of pasta: Enrichment with amaranth seed flour and dried amaranth leaves. *Journal of Cereal Science*. 2016;72:84–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.09.014>.
50. Mounika B, Maloo S, Bhasker V. Development and quality evaluation of pasta with incorporation of Colocasia leaves powder and beetroot powder. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2019;4(1):12–17.
51. Osorio-Díaz P, Islas-Hernandez JJ, Agama-Acevedo E, Rodríguez-Ambríz S., Sánchez-Pardo ME, Bello-Pérez LA. Chemical, starch digestibility and sensory characteristics of durum wheat/unripe whole banana flour blends for spaghetti formulation. *Food and Nutrition Sciences*. 2014;5(3):264–270. DOI: <https://doi.org/10.4236/fns.2014.53033>.
52. Feillet P, Autran JC, Icard-Verniere C. Pasta brownness: An assessment. *Journal of Cereal Science*. 2000;32(3):215–233. DOI: <https://doi.org/10.1006/jcrs.2000.0326>.
53. Devi KSP, Prema RS, Vaidheswaran H, Sudha A, Sangeetha V. Quality Evaluation of Non Wheat Sweet Vermicelli. *International Journal of Engineering and Technoscience*. 2015;1:1–6.
54. Zebish A, Virginia P, Ajit P, Pallavi S. Utilization of dehydrated moringa oleifera and Solanum nigrum leaves for the preparation of value added pasta. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2017;2(1):163–165.
55. Petrova EV, Sherstneva MV, Shnejder DV. Method for manufacturing of macaroni products with the use of nonstandard raw material such as amaranth. Russia patent RU 2222223C2. 2004.
56. Korjachkina SJ, Osipova GA. Dough composition for pasta production. Russia patent RU 2289952C1. 2006.
57. Potapov SS, Gorchakov PV, Dykhno LI, Kochkina VV. Pasta production method and pasta. Russia patent RU 2375915C2. 2009.
58. Shelepina NV. Dough composition for pasta production. Russia patent RU 2489901C2. 2013.
59. Osipova GA. Dough composition for pasta production. Russia patent RU 2466563C1. 2012.
60. Osipova GA, Korgina TV. Dough composition for pasta production. Russia patent RU 2462046C1. 2012.
61. Shnejder TI, Kazennova NK, Shnejder DV, Shilin SA. Pasta products production method. Russia patent RU 2446708C1. 2012.

62. Milde Laura B, Chigal Paola S, Chiola Zayas María O. Nutritional characterization of gluten free non-traditional pasta. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 2018;3(5):19–24.
63. Tjupkina GI, Kisvaj NI, Larina NV. Pasta product manufacture method. Russia patent RU 2494643C1. 2013.
64. Nikulina EO, Ivanova GV, Kol'man OJ. 'Zdorovye' pasta products with sea-buckthorn extraction cake. Russia patent RU 2548188C1. 2015.
65. Dolmatova IA, Zaytseva TN, Ivanova GD, Persetskaya KM. Issledovanie pokazateley kachestva obogashchennykh makaronnykh izdeliy [The study of quality indicators of enriched pasta]. *Young Scientist*. 2015;86(6):148–152. (In Russ.).
66. Aprakhimov DR, Smol'nikova FK, Rebezov MB. Sravnitel'naya kharakteristika rastitel'nykh komponentov razrabotannykh makaronnykh izdeliy [Comparative characteristics of vegetable components developed pasta]. *Young Scientist*. 2016;125(21):111–114. (In Russ.).
67. Ma YJ, Guo XD, Liu H, Xu Ba, Wang M. Cooking, textural, sensorial, and antioxidant properties of common and tartary buckwheat vermicelli. *Food Science and Biotechnology*. 2013;22(1):153–159. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0021-0>.
68. Chillo S, Laverse J, Falcone PM, Protopapa A, Del Nobile MA. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *Journal of Cereal Science*. 2008;47(2):144–152. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.03.004>.
69. Gavrilova OM, Matveeva IV, Vakulenchik PI. Preparation of bread with use of buckwheat flour. *Baking in Russia*. 2007;(3):14–16. (In Russ.).
70. Gavrilova OM, Matveeva IV, Yudina TA, Lomakin AA. Duration of bread freshness from mix of wheat and buckwheat flour. *Baking in Russia*. 2008;(3):18–20. (In Russ.).
71. Grechikha [Buckwheat] [Internet]. [cited 2019 May 11]. Available from: <http://россельхоз.рф/stati/rastenievodstvo/grechika.html>.
72. Machikhina LI, Meleshkina EP, Priezzheva LG, Smirnov SO, Zhuchenko AA, Rozhmina TA. Creation of technologies of new food from flax seeds. *Bread products*. 2012;(6):54–58. (In Russ.).
73. Minevich IEh. Razrabotka tekhnologicheskikh resheniy pererabotki semyan l'na dlya sozdaniya funktsional'nykh pishchevykh produktov [Development of technological solutions for processing flax seeds to create functional food products]. Cand. eng. sci. diss. Moscow: Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky; 2009. 25 p.
74. Zubtsov VA, Osipova LL, Lebedeva TI. L'nyanoie semya, ego sostav i svoystva [Flaxseed, its composition and properties]. *Russian Journal of General Chemistry*. 2002;46(2):14–16. (In Russ.).
75. Ciochina VC, Garaeva SN, Nevoia AV, Garaeva OI, Besetea TS, Gheorghiu ZB. The sulfur-containing amino acids in diagnostics, goal-directed maintenance and formation of health. *Journal of Academy of Sciences of Moldova. Life sciences*. 2011;315(3):15–35. (In Russ.).
76. Rodionov JV, Danilin SI, Mitrohin MA, Uteshev MV, Mochalin NN, Ivanova IV. The influence of powder Pasternak on the quality parameters of noodles and pasta. *Technologies of food and processing industry of AIC – healthy food*. 2017;15(1):56–61. (In Russ.).
77. Iztaev BA, Iskakova GK, Umirzakova GA, Magomedov GO. Expansion of the range of pasta products through the use of vegetable raw materials. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2018;80(1):173–180. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-173-180>.
78. Shneyder DV. Development of technologies for gluten-free pasta. *Food processing industry*. 2012;(7):40–41. (In Russ.).
79. Codex Alimentarius 1981:118 Codex standard for Gluten Free Foods. WHO; 1981. 3 p.
80. Bochkareva IA, Popov VP, Zinyukhina AG. Process optimisation of special purpose pasta producing using pumpkin pulp. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2014;170(9):226–230. (In Russ.).
81. Malyutina TN, Turenko VYu. Study the effect of non-traditional type of flour on the quality of pasta products made of soft wheat. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2016;70(4):166–171. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-4-166-171>.
82. Shelubkova NS, Sadygova MK, Kirillova TV, Buyanova IV, Muchkina EYa. The optimization of parameters of the batch of macaroni dough from composite flour. *The Bulletin of KrasGAU*. 2018;140(5):232–239. (In Russ.).
83. Jukov VV, Likhacheva EI, Shagabiev FM, Vdovkina NS, Matochkin SV. Method of producing macaroni. Russia patent RU 2302125C2. 2007.
84. Romanchikov SA, Kobyda EV, Zankov PN, Antufev VT, Pakhomov VI, Frolov AV. Method for production of pasta products. Russia patent RU 2591458C2. 2016.
85. Romanchikov SA. Ultrasound and Infrared Radiation in Pasta Production. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(3):96–104. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-96-104>.
86. Romanchikov SA, Kobyda EV, Zan'kov PN, Frolov AV, Antuf'ev VT, Verboloz EI, et al. Pasta press. Russia patent RU 2530999C1. 2014.
87. Antuf'ev VT, Verboloz EI, Kobyda EV. Macaroni press with an ultrasonic radiator. *Bread products*. 2014;(2):44–45. (In Russ.).
88. Nikolyuk OI, Abdurakhmanov EhF, Romanchikov SA, Verboloz EI, Antuf'ev VT. Ustroystvo dlya sushki makaronnykh izdeliy uskorennyim sposobom [Equipment for accelerated pasta drying]. Russia patent RU 167724U1. 2017.

Сведения об авторах

Смирнов Станислав Олегович

канд. техн. наук, заместитель директора по научной работе, Научно-исследовательский институт пищевконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия, Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, 22, тел.: +7 (495) 549-38-20, e-mail: sts_76@bk.ru

Фазуллина Олия Фанавиевна

канд. техн. наук, старший научный сотрудник отдела пищевых концентратов и оборудования, Научно-исследовательский институт пищевконцентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», 142718, Россия Московская область, Ленинский район, поселок Измайлово, 22, тел.: +7 (495) 383-16-92, e-mail: olfazullina@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5963-3692>


Information about the authors

Stanislav O. Smirnov

Cand.Sci.(Eng.), Deputy Director for Scientific Work, Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology – a branch Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 22, Izmailovo settlement, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia, phone: +7 (495) 549-38-20, e-mail: sts_76@dk.ru

Oliya F. Fazullina

Cand.Sci.(Eng.), Senior Researcher of the Department of Technology of Food Concentrates and Equipment, Scientific Research Institute of Food-Concentrate Industry and Special Food Technology – a branch Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 22, Izmailovo settlement, Leninsky district, Moscow region, 142718, Russia, phone: +7 (495) 383-16-92, e-mail: olfazullina@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-5963-3692>

Влияние выжимок из тыквы на процесс ферментации теста для крекера

И. И. Зайцева, С. А. Шеламова^{ORCID}, Н. М. Дерканосова*^{ORCID}

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»
394087, Россия, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1

Дата поступления в редакцию: 12.03.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: kommerce05@list.ru



© И. И. Зайцева, С. А. Шеламова, Н. М. Дерканосова, 2019

Аннотация. Выраженный дефицит пищевых волокон относится к одной из наиболее обсуждаемых проблем сбалансированности рационов питания населения. Введение в состав продуктов питания натуральных по происхождению богатых пищевыми волокнами сырьевых ингредиентов является одним из путей повышения пищевого статуса населения. К числу таких сырьевых ингредиентов относятся высушенные выжимки из плодов и овощей, являющихся вторичным продуктом сока прямого отжима. Предварительные сравнительные исследования состава и функционально-технологических свойств выжимок позволили выбрать в качестве ингредиента рецептуры крекера выжимки из тыквы. Целью настоящего этапа исследований было установление влияния выжимок из тыквы на процесс ферментации теста как один из основных факторов, определяющих качество готовых изделий. В рамках поставленной цели была обоснована рациональная дозировка выжимок из тыквы (83,53 кг на тонну готовой продукции), рассчитана производственная рецептура, установлено влияние выжимок на процесс кислотонакопления и формоустойчивость при ферментации теста, определены характеристики дрожжевой микрофлоры. Для подтверждения результатов изучения процесса ферментации крекерного теста проведены пробные выпечки, дана сравнительная характеристика качества контрольного образца и крекера с внесением в рецептурный состав выжимок из тыквы. Установлено, что введение выжимок из тыквы в рецептурный состав крекера создает благоприятные условия для жизнедеятельности дрожжевой микрофлоры, что приводит к интенсификации биотехнологических процессов, частично нивелирующих укрепляющее действие пищевых волокон выжимок из тыквы на тесто для крекера, и обеспечивает качество готовых изделий на уровне контроля и стандартизированных норм.

Ключевые слова. Крекер, ферментация, выжимки из тыквы, реологические свойства, мучные кондитерские изделия

Для цитирования: Зайцева, И. И. Влияние выжимок из тыквы на процесс ферментации теста для крекера / И. И. Зайцева, С. А. Шеламова, Н. М. Дерканосова // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 470–478. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-470-478>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Effect of Pumpkin Husks on Cracker Dough Fermentation

I.I. Zaitseva, S.A. Shelamova^{ORCID}, N.M. Derkanosova*^{ORCID}

Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University,
1, Michurina Str., Voronezh, 394087, Russia

Received: March 12, 2019
Accepted: August 30, 2019

*e-mail: kommerce05@list.ru



© I.I. Zaitseva, S.A. Shelamova, N.M. Derkanosova, 2019

Abstract. An acute deficiency of food fibers is one of the most urgent problems of balanced diet. Food status can be increased by fortifying food formulae with natural raw ingredients that are rich in alimentary fibers. Dry residue of fruit and vegetable husks is a by-product of mother juice. Pumpkin husks were selected as an ingredient for cracker dough as a result of preliminary comparative researches of its structure and functional and technological properties. Pumpkin husks are a powdery product of cream color with an orange shade, humidity = 5.3%, cellulose = 19.6%, hemicelluloses = 3.5%, pectin = 5.4%. The research objective was to establish the effect of pumpkin husks on the dough fermentation process, since fermentation is one of the major factors that define the quality of the finished product. Methods of mathematical planning were used to calculate the optimal dose of pumpkin husks as 83.53 kg per ton of finished product. A set of experiments defined the biotechnological processes during dough maturation. Pumpkin husks proved to promote acid accumulation; they also increased the quantity of yeast cells and budding yeast cells. The effect can be due to the high content of digestible yeast cells of sugars. In addition, pumpkin husks are rich in magnesium, phosphorus, zinc, and other substances that produce a favorable impact on yeast microflora. The experimental dough sample demonstrated a better dimensional stability, which is connected with redistribution of moisture due to the water absorbing properties of food fibers and the reducing

sugars in pumpkin husks. The cracker dough with pumpkin husks had a better plasticity, which helped to form the layered structure of the finished products. The effect can be explained by the more intensive process of acid accumulation. The results of the biotechnological fermentation processes of the cracker dough with pumpkin husks were confirmed by test baking. The paper features a comparative analysis of the crackers with pumpkin husks and the control sample. Introduction of pumpkin husks into the cracker formulation proved to have a favorable effect on the activity of yeast microflora, which improved the biotechnological processes and partially leveled the strengthening effect of food fibers of pumpkin husks on the cracker dough. As a result, the quality of the finished products met the standard requirements.

Keywords. Cracker, fermentation, pumpkin husks, rheological properties, flour confectionery

For citation: Zaitseva II, Shelamova SA, Derkanosova NM. Effect of Pumpkin Husks on Cracker Dough Fermentation. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(3):470–478. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-470-478>.

Введение

Одной из задач, определенных Стратегией повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, является возрождение производства пищевых ингредиентов. При этом поставленная задача напрямую связана с вопросами выпуска пищевой продукции, отвечающей критериям качества и принципам здорового питания. Обсуждая вопросы пищевого статуса населения России, необходимо отметить, что в этом направлении могут рассматриваться вопросы корректировки пищевых продуктов в части содержания витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот [1–5]. При чем, как правило, больший эффект достигается от применения поликомпонентных ингредиентов, к которым по праву относятся продукты переработки плодов и овощей [6–20].

Целью исследований явилось изучение влияния выжимок из тыквы на биотехнологические процессы созревания теста для крекера. Крекер является достаточно популярной у потребителей группой пищевой продукции, но отличается высокой калорийностью и низким содержанием нутриентов, дефицитных в рационах питания.

Объекты и методы исследования

Выбор обогащающего ингредиента из плодовой и овощной группы обусловлен доверием потребителей к натуральным по происхождению видам сырья [21, 22].

В исследованиях в качестве ингредиента крекера применяли выжимки из тыквы, на стадии обоснования выбора – выжимки из тыквы, яблок и айвы, полученные низкотемпературным высушиванием вторичных продуктов сока прямого отжима, по технологии, разработанной профессором А. А. Емельяновым [23].

Исследования состава, в том числе методом адсорбционной инфракрасной спектроскопии, функционально-технологических свойств позволили сделать рекомендации по направлениям использования высушенных выжимок [24, 25]:

– основу пищевых волокон исследованных выжимок составляет целлюлоза; изменения, наблюдаемые в спектрах выжимок относительно целлюлозы, связаны с присутствием пектиновых веществ и азотсодержащих витаминов, аминокислот и пептидов;

– выжимки из яблок, айвы и тыквы могут выступать

как фитосорбенты тяжелых металлов и радионуклидов, но с разной степенью эффективности;

– максимальной жиросвязывающей способностью обладают выжимки из айвы, растворимостью – из тыквы; значения водосвязывающей способности распределяются в последовательности: выжимки из айвы > из тыквы > из яблок.

Выжимки из тыквы, яблок и айвы обладают совокупностью свойств, позволяющих рекомендовать их как ингредиент мучных кондитерских изделий. При этом показатели состава и функционально-технологических свойств варьируются в зависимости от сырьевого источника. С учетом приоритетности по содержанию водорастворимых веществ, способных выступать субстратом для дрожжевых клеток в процессе созревания теста, и практической доступности сырьевого источника в дальнейших исследованиях были выбраны выжимки из тыквы. Предварительные исследования зависимости функционально-технологических свойств от гранулометрического состава выжимок позволили рекомендовать их предварительное измельчение до размеров частиц от 63 до 125 мкм.

Выжимки из тыквы сорта «Мускатная» представляют собой мелкодисперсный порошкообразный продукт кремового с оранжевым оттенком цвета, влажностью 5,3 %, с содержанием целлюлозы 19,6 %, гемицеллюлоз 3,5 %, пектина 5,4 %. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в выжимках составляет $3,5 \times 10^3$, что подтверждает их соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» по этому показателю.

Выжимки из тыквы использовали как рецептурный ингредиент крекера. В качестве контроля была принята рецептура крекера «Заказной», что связано с введением в его стандартизированную рецептуру кукурузного масла и минимального количества сахара [26]. Контрольную и опытную пробы крекера готовили на дрожжах.

В крекерном тесте определяли титруемую и активную кислотность – потенциметрическими методами, формоустойчивость – по расплываемости шарика теста. Общее количество, количество почкующихся клеток и состояние дрожжевых клеток – методом Бургвица прямого подсчета окрашенных препаратов [32].

Рациональную дозировку выжимок из тыквы устанавливали методом полнофакторного планирования эксперимента – центрального рототабельного униформпланирования с оптимизацией результатов методом «ридж-анализа», который базируется на методе неопределенных множителей Лагранжа [27, 28].

Пробы крекера анализировали по органолептическим и физико-химическим показателям стандартизированными и специальными методами исследований: органолептические показатели – по ГОСТ 5897-90, массовую долю влаги – по ГОСТ 5900-2014, кислотность – по ГОСТ 5898-87, намокаемость – по ГОСТ 10114-80. По органолептическим показателям проводили комплексную 100-балльную оценку качества (КОК). Единичные показатели качества (вкус, поверхность и форма, вид в изломе, цвет, запах) оценивали по 5-балльной шкале с градацией 0,5 балла.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований для установления рациональной дозировки выжимок из тыквы была проведена серия выпечек крекера с рецептурным составом, заложенным в матрицу планирования эксперимента. В качестве факторов, оказывающих основное влияние на характеристики готовых изделий, были выбраны дозировка выжимок из тыквы (x_1) и кукурузного масла (x_2). Центральный уровень приведенных факторов составлял, соответственно, 12 и 20 г/100 г муки, интервал варьирования – 8 и 6 г/100 г муки. За выходные параметры процесса были приняты намокаемость крекера (y_1 , %) и комплексная оценка качества (y_2 , балл). Матрица и результаты планирования эксперимента представлены в таблице 1.

Обработка результатов экспериментального блока позволила получить регрессионные зависимости (1, 2):

Таблица 1. Матрица и результаты планирования

Table 1. Matrix and planning results

Кодированные значения факторов		Натуральные значения факторов, г/100 г муки		Выходные параметры	
X_1	X_2	x_1	x_2	Намокаемость, %	КОК, балл
				Y_1	Y_2
-1	-1	4	14	177	89,0
-1	+1	4	26	180	88,0
+1	-1	20	14	176	90,0
+1	+1	20	26	179	86,0
-1,414	0	0,7	20	172	70,0
+1,414	0	23,3	20	174	69,0
0	-1,414	12	11,5	170	68,0
0	+1,414	12	28,5	182	90,5
0	0	12	20	177	87,0
0	0	12	20	177,5	87,2
0	0	12	20	177,5	86,0
0	0	12	20	177,2	86,7

$$Y_1 = 177,042 + 0,103X_1 + 2,871X_2 + 0,000X_1X_2 - 1,159X_1^2 + 0,341 X_2^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 87,018 - 0,302X_1 + 3,352X_2 - 0,750X_1X_2 - 5,295X_1^2 - 0,422 X_2^2 \quad (2)$$

Использование полученных математических моделей для принятия оптимизационных решений методом неопределенных множителей Лагранжа позволили обосновать рациональные дозировки выжимок из тыквы и кукурузного масла. При этом из ряда близких по эффективности влияния на показатели качества готовых изделий было выбрано значение факторов, обеспечивающее максимальное обогащение готовых изделий пищевыми волокнами.

По результатам этого блока исследований разработана производственная рецептура крекера с выжимками из тыквы (табл. 2).

Однако при этом остался не изученным вопрос влияния выжимок на процесс созревания теста, который оказывает решающую роль в формировании реологических свойств полуфабриката, а в дальнейшем пористо-слоистой структуры крекера.

Очевидно, что введение пищевых волокон в рецептурный состав снижает количество клейковины, тем самым может оказывать влияние на формирование структуры и формы готового изделия. Кроме того, нами ранее установлена достаточно высокая водосвязывающая способность пищевых волокон из тыквы, что также может привести к дефициту

Таблица 2. Производственная рецептура крекера с выжимками из тыквы (крекер «Заказной новый»)

Table 2. Formulation for crackers with pumpkin husks ('New Special Order')

Наименование сырья	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг			
		На загрузку на 100 кг муки		На 1 т готовой продукции	
		в натуре	в сухих веществах	в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	85,50	100,00	85,50	737,30	630,39
Сахар белый	99,85	1,25	1,25	9,23	9,22
Патока крахмальная	78,00	2,80	2,18	20,61	16,07
Соль поваренная пищевая	96,50	0,63	0,61	4,66	4,50
Дрожжи хлебопекарные сухие быстродействующие	92,00	0,40	0,37	2,96	2,73
Кукурузное масло	100,00	30,70	30,70	226,35	226,35
Выжимки из тыквы	94,00	11,34	10,65	83,53	78,52
Итого	–	147,12	131,26	1084,64	967,78
Выход	92,00	135,60	124,77	1000,00	920,00

воды для процесса набухания белковых веществ. В связи с этим были проведены исследования влияния пищевых волокон тыквы сорта «Мускатная» на биотехнологические процессы созревания кречерного теста. В качестве контроля была использована проба теста, приготовленная по аналогичной рецептуре, но без введения пищевых волокон. В работе в качестве технологии кречера принята безопасная технология. Соответственно, биотехнологические процессы представлены в первую очередь спиртовым брожением. Одновременно в тесте протекает и изменение кислотности, которое, с одной стороны, может быть связано с растворением диоксида углерода как продукта спиртового брожения. С другой, накоплением молочной, лимонной, яблочной и других кислот, что установлено в ряде исследований, касающихся биохимических исследований пшеничных полуфабрикатов [29, 30].

Именно процесс кислотонакопления является наиболее значимым в технологии кречера, так как образующиеся кислоты могут оказывать влияние на структурно-механические свойства теста, вызывая частичный кислотный гидролиз белковых полимеров пшеничной муки. Изменение титруемой кислотности в процессе ферментации теста в течение 90 мин приведено в таблице 3.

Как показали результаты исследования, внесение выжимок из тыквы способствует интенсификации процесса кислотонакопления. Это может быть связано как с содержанием в выжимках тыквы высокого содержания усвояемых дрожжевыми клетками сахаров, так и наличием в их составе магния, фосфора, цинка и других факторов благоприятного воздействия на жизнедеятельность дрожжевых клеток. При этом, несмотря на повышение кислотности, готовые изделия могут соответствовать стандартизированным требованиям за счет сокращения продолжительности процесса ферментации.

Повышение кислотности теста, по-видимому, играет положительную роль с точки зрения влияния на упруго-эластичные свойства клейковины. Как показали наши исследования, внесение пищевых волокон в композитную смесь с мукой пшеничной хлебопекарной приводит к укреплению клейковины, что является нежелательным фактором формирования структурно-механических свойств теста для кречера. Повышенная кислотность может несколько ослабить

Таблица 3. Изменение титруемой кислотности в процессе ферментации теста для кречера

Table 3. Changes in titratable acidity during cracker dough fermentation

Наименование показателя	Титруемая кислотность теста, град	
	контрольного	с введением выжимок из тыквы
Титруемая кислотность после замеса, град	1,7	1,8
Титруемая кислотность в конце процесса ферментации теста, град	2,2	2,6

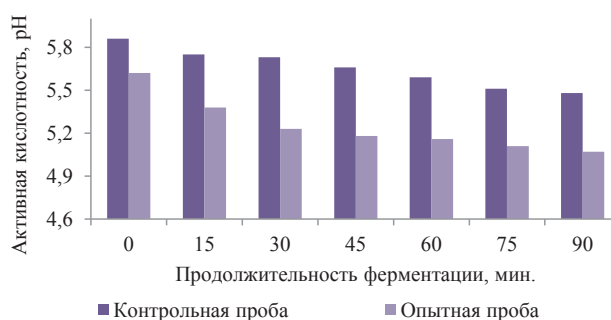


Рисунок 1. Динамика активной кислотности контрольной и опытной проб теста для кречера

Figure 1. Dynamics of active acidity in the control and the experimental dough samples

тесто, способствовать его слоению и формированию структуры готовых изделий.

Подтверждением результатов исследований по титруемой кислотности является изучение динамики активной кислотности кречерного теста (рис. 1).

Аналогично закономерности титруемой кислотности активная кислотность в процессе ферментации снижается. При этом процесс протекает более интенсивно в опытной пробе кречерного теста. Динамика процесса кислотонакопления позволяет рекомендовать сокращение процесса ферментации в опытной пробе до 45–60 мин.

Как установлено нами ранее, пищевые волокна из тыквы повышают автолитическую активность композитной смеси с мукой пшеничной хлебопекарной. Вместе с интенсификацией спиртового брожения этот фактор может оказать существенное влияние на форму тестовых заготовок и в последующем готовых изделий. В связи с этим в исследованиях процесса ферментации изучали влияние пищевых волокон из тыквы на формоустойчивость теста. Результаты исследований приведены на рисунке 2.

Как показали результаты исследований, опытные пробы теста в процессе ферментации значительно лучше сохраняют форму. Полученная закономерность согласуется с теоретическими механизмами, установленными профессором А. В. Зубченко [31]. Перераспределение влаги и, соответственно, снижение скорости диффузии при осмотическом набухании белков муки, связано с притягиваем молекул воды гидрофильными соединениями, к которым профессором А. В. Зубченко, в первую очередь, относит сахара розу. В нашем случае это как редуцирующие сахара выжимок тыквы, так и их пищевые волокна, обладающие высокой водосвязывающей способностью.

Для оценки влияния рецептурного состава на дрожжевую микрофлору теста для кречера определяли общее количество, количество почкующихся клеток и состояние дрожжевых клеток [32].

Результаты исследования представлены в таблице 4.

В процессе ферментации количество дрожжевых клеток возрастает, появляются почкующиеся клетки.

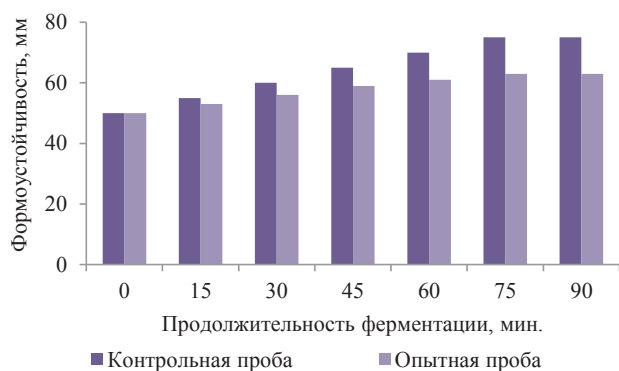


Рисунок 2. Формоустойчивость проб контрольного и опытного теста в процессе ферментации

Figure 2. Dimensional stability in the control and the experimental dough samples during fermentation

При этом необходимо отметить, что активно процесс роста дрожжевых клеток может происходить в аэробных условиях. Крекерное тесто имеет низкую влажность, поэтому доступ кислорода воздуха ограничен. В этих условиях основным биотехнологическим процессом кречерного теста является спиртовое брожение. Растворение диоксида углерода в жидкой фазе с образованием угольной кислоты способствуют изменению реологических свойств теста. Оно становится более пластичным, что является положительным фактором с позиций частичной релаксации упругих напряжений при многократной прокатке теста и, соответственно, получения слоистой структуры готового изделия. Судя по форме дрожжевых клеток и их количеству в элементе поля зрения, можно предположить, что внесение в состав теста выжимок из тыквы создает достаточно благоприятные условия для жизнедеятельности дрожжей, метаболиты которой способны оказывать влияние на реологические свойства теста для кречера.

Для подтверждения результатов исследований, полученных на этапе ферментации теста, были проведены пробные выработки опытного и контрольного образцов кречера (табл. 5).

Таблица 4. Результаты исследования влияния выжимок из тыквы на дрожжевую микрофлору теста для кречера

Table 4. Effect of pumpkin husks on the yeast microflora of the cracker dough

Проба теста	Количество полей зрения	Общее количество дрожжей		
		одиночных	почкующихся	всего
Контрольная проба после замеса	40	60 ± 3	–	60 ± 3
Опытная проба после замеса	40	57 ± 3	–	57 ± 3
Контрольная проба после ферментации	155	144 ± 6	5 ± 1	149 ± 6
Опытная проба после ферментации	155	187 ± 6	4 ± 1	191 ± 6

Таблица 5. Характеристика образцов кречера по органолептическим и физико-химическим показателям

Table 5. Sensory and physicochemical properties of the cracker samples

Наименование показателя	Наименование образца	
	кречер «Заказной»	кречер «Заказной новый»
Органолептические показатели		
Вкус и запах	Характерный для рецептурного состава кречера, без посторонних запахов	Без посторонних привкусов и запахов. Приятный тыквенный привкус, легкий запах тыквы
Цвет	Светло-кремовый	Равномерный, выраженный кремовый цвет
Форма	Круглая, без трещин, с наколами	
Поверхность	Маслянистая, без вздутий	
Вид на изломе	Пропеченное изделие слоистое, без следов непромеса	
Комплексная оценка качества (КОК), балл	82,5	90,5
Физико-химические показатели		
Намокаемость, %	175 ± 5	180 ± 5
Массовая доля влаги, %	5,5 ± 0,2	5,1 ± 0,2
Кислотность, град.	2,0 ± 0,1	2,4 ± 0,1

Результаты сравнительной оценки качественных показателей кречера показали, что введение в рецептурный состав выжимок из тыквы позволяет получить изделия, не уступающие контрольному образцу и соответствующие требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 4570-2014. При этом кречер с выжимками из тыквы содержит $3,40 \pm 0,17$ г/100 г пищевых волокон. В соответствии с ГОСТ Р 55577-2013 «Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности» по содержанию пищевых волокон кречер «Заказной новый» с внесением в рецептурный состав выжимок из тыквы может быть отнесен к продукту – источнику пищевых волокон.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что выжимки из тыквы, как сырьевой ингредиент – источник пищевых волокон, могут быть применены в технологии изготовления кречера. При этом входящие в состав выжимок из тыквы усвояемые сахара и микроэлементы создают благоприятные условия для жизнедеятельности дрожжевых клеток, а пищевые волокна, связывая воду, способствуют формоустойчивости тестовых полуфабрикатов. Интенсификация кислотонакопления в тесте для кречера с введением выжимок из тыквы, с одной стороны, способствует частичному нивелированию укреплению

теста, повышению его пластичности, необходимой для релаксации упругих напряжений при слоении и формовании тестовых заготовок. С другой – позволяет рассматривать вопрос сокращения процесса ферментации теста. Показатели качества готовых изделий с внесением в рецептурный состав выжимок

из тыквы подтверждают целесообразность их применения в технологии крекера.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Рогов, И. А. Медико-технологические аспекты разработки и производства функциональных пищевых продуктов / И. А. Рогов, Е. Н. Орешкин, В. Н. Сергеев // *Пищевая промышленность*. – 2017. – № 1. – С. 13–15.
2. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская, Д. В. Рисник [и др.] // *Вопросы питания*. – 2017. – Т. 86, № 4. – С. 113–124.
3. Technologies for enhancement of bioactive components and potential health benefits of cereal and cereal-based foods: Research advances and application challenges / A. S. M. Saleh, P. Wang, N. Wang [et al.] // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2019. – Vol. 59, № 2. – P. 207–227. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1363711>.
4. Birch, C. S. Ensuring the future of functional foods / C. S. Birch, G. A. Bonwick // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 54, № 5. – P. 1467–1485. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.
5. The use of bioactive components of plant raw materials from the far eastern region for flour confectionery production / E. Y. Osipenko, Y. Y. Denisovich, G. A. Gavrilova [et al.] // *AIMS Agriculture and Food*. – 2019. – Vol. 4, № 1. – P. 73–87. DOI: <https://doi.org/10.3934/agrfood.2019.1.73>.
6. Инновационные технологии хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий: монография / С. Я. Корякина, Н. А. Березина, Ю. В. Гончаров [и др.]. – Орел : ФГОУ ВПО «Госуниверситет УНПК», 2011. – 264 с.
7. Научное обеспечение инновационных технологий при создании функциональных продуктов на основе овощных культур / М. С. Гинс, В. Ф. Пивоваров, В. К. Гинс [и др.] // *Овощи России*. – 2014. – Т. 22, № 1. – С. 4–9.
8. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий / Г. О. Магомедов, А. Я. Олейникова, И. В. Плотнокова [и др.]. – Воронеж : ФГБОУ ВПО ВГУИТ, 2012. – 720 с.
9. Гурьянов, Ю. Г. Инновационные продукты здорового питания на основе местного сырья / Ю. Г. Гурьянов, В. М. Позняковский. – Кемерово : Кузбассвузиздат, 2013. – 191 с.
10. Parameters modelling of amaranth grain processing technology / N. M. Derkanosova, S. A. Shelamova, I. N. Ponomareva [et al.] // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2018. – Vol. 327, № 2. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/327/2/022023>.
11. Improving the physicochemical properties of partially enhanced soluble dietary fiber through innovative techniques: A coherent review / H. Bader Ul Ain, F. Saeed, A. Ahmed [et al.] // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2019. – Vol. 43, № 4. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13917>.
12. Kırbaç, Z. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties / Z. Kırbaç, S. Kumcuoglu, S. Tavman // *Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 56, № 2. – P. 914–926. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>.
13. Gomes, M. Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods / M. Gomes, M. M. Martinez // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2018. – Vol. 58, № 13. – P. 2119–2135. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946>.
14. Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace / K. Alba, W. MacNaughtan, A. P. Laws [et al.] // *Food Hydrocolloids*. – 2018. – Vol. 81. – P. 398–408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.023>.
15. Chemical composition and functional properties of pumpkin pomace-incorporated crackers / V. Kuchtová, J. Karovičová, Z. Kohajdová [et al.] // *Acta Chimica Slovaca*. – 2016. – Vol. 1, № 9. – P. 54–57. DOI: <https://doi.org/10.1515/acs-2016-0009>.
16. Effect of Fruit Pomace Addition on Shortbread Cookies to Improve Their Physical and Nutritional Values / M. Tańska, B. Roszkowska, S. Czaplicki [et al.] // *Plant Foods for Human Nutrition*. – 2016. – Vol. 71, № 3. – P. 307–313. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0561-6>.
17. Majerska, J. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products / J. Majerska, A. Michalska, A. Figiel // *Trends in Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 88. – P. 207–219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021>.
18. Valorisation of grape pomace (cv. *Muscat*) for development of functional cookies development of functional cookies / R. Theagarajan, M. Narayanaswamy, L. Dutta [et al.] // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2019. – Vol. 54, № 4. – P. 1299–1305. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14119>.
19. Sour cherry pomace extract encapsulated in whey and soy proteins: Incorporation in cookies / V. Tumbas Šaponjac, G. Četković, J. Čanadanović-Brunet [et al.] // *Food Chemistry*. – 2016. – Vol. 207. – P. 27–33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.082>.
20. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace / A.-M. Reißner, S. Hamimi, A. Quiles [et al.] // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2019. – Vol. 99, № 3. – P. 1284–1293. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9302>.
21. Разработка параметров проектирования обогащенных хлебобулочных изделий методом взаимосвязи переменных / Н. М. Дерканосова, А. Г. Буховец, Е. А. Лаптиева [и др.] // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2017. – Т. 46, № 5. – С. 109–115.

22. O'Sullivan, M. G. *A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development: Innovative Technologies for the Food and Beverage Industry* / M.G. O'Sullivan. – Woodhead Publishing, 2016. – 370 p.
23. Емельянов, А. А. Составляющие мякоти тыквы / А. А. Емельянов, Е. А. Кузнецова // *Пиво и напитки*. – 2009. – № 4. – С. 40–43.
24. Исследование функционально-технологических свойств плодовых и овощных выжимок для обогащения хлебобулочных изделий / Н. М. Дерканосова, И. И. Зайцева, Е. А. Лаптиева [и др.] // *Хлебопродукты*. – 2016. – № 4. – С. 44–46.
25. Исследование состава пищевых волокон растительного происхождения / О. В. Перегончая, С. А. Соколова, Н. М. Дерканосова [и др.] // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2018. – Т. 51, № 4. – С. 21–25.
26. Сборник рецептур. Рецепты на печенье, галеты и вафли. – М. : Пищевая промышленность, 1969. – 334 с.
27. Грачев, Ю. П. Математические методы планирования эксперимента / Ю. П. Грачев. – М. : Пищевая промышленность, 1979. – 198 с.
28. Дерканосова, Н. М. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Практикум / Н. М. Дерканосова, А. А. Журавлев, И. А. Сорокина. – Воронеж : ВГТА, 2011. – 195 с.
29. Козьмина, Н. П. Биохимия хлебопечения / Н. П. Козьмина. – М. : Пищевая промышленность, 1978. – 277 с.
30. Effect of organic acids on bread quality improvement / X. Su, F. Wu, Y. Zhang [et al.] // *Food Chemistry*. – 2019. – Vol. 278. – P. 267–275. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.011>.
31. Зубченко, А. В. Технология кондитерского производства / А. В. Зубченко. – Воронеж : ВГТА, 2001. – 430 с.
32. Афанасьева, О. В. Микробиология хлебопекарного производства / О. В. Афанасьева. – СПб. : Береста, 2003. – 220 с.

References

1. Rogov IA, Oreshkin EN, Sergeev VN. Medical and Technological Aspects of the Development and Production of Functional Foods. *Food Industry*. 2017;(1):13–15. (In Russ.).
2. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA, Risnik DV, Nikityuk DB, Tutelyan VA. Micronutrient status of population of the Russian Federation and possibility of its correction. State of the problem. *Problems of Nutrition*. 2017;86(4):113–124. (In Russ.).
3. Saleh ASM, Wang P, Wang N, Yang S, Xiao Z. Technologies for enhancement of bioactive components and potential health benefits of cereal and cereal-based foods: Research advances and application challenges. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019;59(2):207–227. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1363711>.
4. Birch CS, Bonwick GA. Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science and Technology*. 2019;54(5):1467–1485. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14060>.
5. Osipenko EY, Denisovich YY, Gavrilova GA, Vodolagina EY. The use of bioactive components of plant raw materials from the far eastern region for flour confectionery production. *AIMS Agriculture and Food*. 2019;4(1):73–87. DOI: <https://doi.org/10.3934/agrfood.2019.1.73>.
6. Koryachkina SYa, Berezina NA, Goncharov YuV, Kuznetsova EA, Lazareva TN, Matveeva TV, et al. *Innovatsionnye tekhnologii khlebobulochnykh, makaronnykh i konditerskikh izdeliy: monografiya [Innovative technologies of bakery, pasta, and confectionery: Monograph]*. Orel: State University UNPK; 2011. 264 p. (In Russ.).
7. Gins MS, Pivovarov VF, Gins VK, Kononkov PF, Derkanosova NM. Science service of innovative technologies for development of functional food from vegetable crops. *Vegetable crops of Russia*. 2014;22(1):4–9. (In Russ.).
8. Magomedov GO, Oleynikova AYa, Plotnikova IV, Lobosova LA. *Funktional'nye pishchevye ingredienty i dobavki v proizvodstve konditerskikh izdeliy [Functional food ingredients and additives in the confectionery production]*. Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies; 2012. 720 p. (In Russ.).
9. Gur'yanov YuG, Poznyakovskiy VM. *Innovatsionnye produkty zdorovogo pitaniya na osnove mestnogo syr'ya [Innovative healthy food based on local raw materials]*. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat; 2013. 191 p. (In Russ.).
10. Derkanosova NM, Shelamova SA, Ponomareva IN, Shurshikova GV, Vasilenko OA. Parameters modelling of amaranth grain processing technology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018;327(2). DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/327/2/022023>.
11. Bader Ul Ain H, Saeed F, Ahmed A, Asif Khan M, Niaz B, Tufail T. Improving the physicochemical properties of partially enhanced soluble dietary fiber through innovative techniques: A coherent review. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2019;43(4). DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13917>.
12. Kırbaş Z, Kumcuoglu S, Tavman S. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *Journal of Food Science and Technology*. 2019;56(2):914–926. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>.
13. Gomes M, Martinez MM. Fruit and vegetable by-products as novel ingredients to improve the nutritional quality of baked goods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018;58(13):2119–2135. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1305946>.
14. Alba K, MacNaughtan W, Laws AP, Foster TJ, Campbell GM, Kontogiorgos V. Fractionation and characterisation of dietary fibre from blackcurrant pomace. *Food Hydrocolloids*. 2018;81:398–408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.023>.
15. Kuchtová V, Karovičová J, Kohajdová Z, Minarovicova L. Chemical composition and functional properties of pumpkin pomace-incorporated crackers. *Acta Chimica Slovaca*. 2016;1(9):54–57. DOI: <https://doi.org/10.1515/acs-2016-0009>.


16. Tańska M, Roszkowska B, Czaplicki S, Borowska EJ, Bojarska J, Dąbrowska A. Effect of Fruit Pomace Addition on Shortbread Cookies to Improve Their Physical and Nutritional Values. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2016;71(3):307–313. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0561-6>.
17. Majerska J, Michalska A, Figiel A. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. *Trends in Food Science and Technology*. 2019;88:207–219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.021>.
18. Theagarajan R, Narayanaswamy M, Dutta L, Moses JA, Chinnaswamy A. Valorisation of grape pomace (cv. *Muscat*) for development of functional cookies. *International Journal of Food Science and Technology*. 2019;54(4):1299–1305. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14119>.
19. Tumbas Šaponjac V, Četković G, Čanadanović-Brunet J, Pajin B, Djilas S, Petrović J, et al. Sour cherry pomace extract encapsulated in whey and soy proteins: Incorporation in cookies. *Food Chemistry*. 2016;207:27–33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.082>.
20. Reißner A-M, Hamimi S, Quiles A, Schmidt C, Struck S, Hernando I, et al. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019;99(3):1284–1293. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9302>.
21. Derkanosova NM, Bukhovets AG, Laptiyeva EA, Zaytceva II. Development of the parameters of designing enriched bakery products by the method of interaction of variables. *Technology and merchandising of the innovative foodstuff*. 2017;46(5):109–115. (In Russ.).
22. O'Sullivan MG. *A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development: Innovative Technologies for the Food and Beverage Industry*. Woodhead Publishing; 2016. 370 p.
23. Emel'yanov AA, Kuznetsova EA. Sostavlyayushchie myakoti tykvy [Components of pumpkin pulp]. *Beer and beverages*. 2009;(4):40–43. (In Russ.).
24. Derkanosova NM, Zaytseva II, Laptieva EA, Emel'yanov AA. Study of functionally-technological properties of fruit and vegetable pressing for the enrichment of bakery products. *Bread products*. 2016;(4):44–46. (In Russ.).
25. Peregonchaya OV, Sokolova SA, Derkanosova NM, Zaitseva II, Emelyanov AA. The study of the composition of food fibers of plant origin. *Technology and merchandising of the innovative foodstuff*. 2018;51(4):21–25. (In Russ.).
26. Sbornik retseptur. Retsepty na pechen'e, galety i vafli [Collection of recipes. Cookies, biscuits, and waffles]. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost; 1969. 334 p. (In Russ.).
27. Grachev YuP. *Matematicheskie metody planirovaniya ehksperimenta [Mathematical methods of experiment planning]*. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost; 1979. 198 p. (In Russ.).
28. Derkanosova NM, Zhuravlev AA, Sorokina IA. Modelirovanie i optimizatsiya tekhnologicheskikh protsessov pishchevykh proizvodstv. Praktikum [Modeling and optimization of technological processes in food production. Workshop]. Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies; 2011. 195 p. (In Russ.).
29. Koz'mina NP. *Biokhimiya khlebopecheniya [Biochemistry of baking]*. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost; 1978. 277 p. (In Russ.).
30. Su X, Wu F, Zhang Y, Yang N, Chen F, Jin Z, et al. Effect of organic acids on bread quality improvement. *Food Chemistry*. 2019;278:267–275. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.011>.
31. Zubchenko AV. *Tekhnologiya konditerskogo proizvodstva [Confectionery technology]*. Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies; 2001. 430 p. (In Russ.).
32. Afanas'eva OV. *Mikrobiologiya khlebopekarnogo proizvodstva [Microbiology of baking production]*. St.Petersburg: Beresta; 2003. 220 p.

Сведения об авторах

Зайцева Ирина Игоревна

аспирант кафедры товароведения и экспертизы товаров, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1

Шеламова Светлана Алексеевна


д-р техн. наук, профессор кафедры товароведения и экспертизы товаров, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1, тел: +7 (473) 253-86-51; 253-86-31, e-mail: pz@technology.vsau.ru  <https://orcid.org/0000-0003-0028-7833>

Information about the authors


Irina I. Zaitseva

Postgraduate Student of the Department of Commodity Science and examination of goods, Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University, 1, Michurina Str., Voronezh, 394087, Russia


Svetlana A. Shelamova

Dr.Sci.(Eng.), Professor of Department of Commodity Science and Examination of Goods, Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University named after, 1, Michurina Str., Voronezh, 394087, Russia, phone: +7 (473) 253-86-51; 253-86-31, e-mail: pz@technology.vsau.ru  <https://orcid.org/0000-0003-0028-7833>

Дерканосова Наталья Митрофановна

д-р техн. наук, профессор, заведующая кафедрой товароведения и экспертизы товаров, проректор по учебной работе, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1, тел.: +7 (473) 253-86-51; 253-86-31, e-mail: kommerce05@list.ru; pz@technology.vsau.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4633-9280>

Natalia M. Derkanosova

Dr.Sci.(Eng.), Professor, Head of Department of Commodity Science and Examination of Goods, Vice Rector for Academic Affairs, Emperor Peter I Voronezh State Agrarian University, 1, Michurina Str., Voronezh, 394087, Russia, phone: +7 (473) 253-86-51; 253-86-31, e-mail: kommerce05@list.ru; pz@technology.vsau.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4633-9280>

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТРОЛЛИНГА

С. М. Бычкова¹, Е. А. Жидкова^{2,*}, О. О. Андреева¹

¹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
196601, Россия, г. Пушкин, Петербургское шоссе, 2А

² ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

Дата поступления в редакцию: 05.06.2019

Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: buaan18@mail.ru



© С. М. Бычкова, Е. А. Жидкова, О. О. Андреева, 2019

Аннотация. Современные условия экономической деятельности агропромышленных предприятий, в том числе предприятий пищевой промышленности, требуют постоянного совершенствования систем управления. Одной из форм совершенствования является применение инноваций. Цель работы заключается в рассмотрении роли инноваций в контроллинге, а также инновационных технологий контроллинга для решения задач, направленных на повышение эффективности управления в организациях пищевой промышленности. С учетом того, что контроллинг представляет собой реализацию процесса управления на предприятиях АПК, проблема использования инноваций в контроллинге должна рассматриваться как задача разработки соответствующих нововведений в сфере управления предприятием АПК. Система контроллинга по выполняемой роли и функциональности занимает центральное место в контуре управления предприятием и при этом имеет прочные взаимосвязи с другими системами и подсистемами, поэтому для выбора инновационных технологий для применения в контроллинге необходимо обозначить круг задач решаемых основными элементами контроллинга. В статье рассмотрены задачи основных элементов контроллинга и предложены инновационные управленческие технологии, которые можно использовать в контроллинге в разрезе основных функций управления, таких как планирование, учет, контроль и анализ, с учетом системы определения целей и процесса принятия решений на предприятиях пищевой промышленности. Следовательно, основной задачей современной системы контроллинга является формирование технологий управления, которые используют инновацию в качестве элемента управленческого цикла. Инновационные технологии могут быть использованы в контроллинге как для достижения поставленной стратегической цели, так и для перехода на новый уровень развития предприятия.

Ключевые слова. Инновации, предприятие, учет, анализ, контроль, регулирование, управление

Для цитирования: Бычкова, С. М. Инновационные технологии для использования контроллинга / С. М. Бычкова, Е. А. Жидкова, О. О. Андреева // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 479–486. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-479-486>.

Original article

Available online at <http://fppt.ru/eng>

Innovative controlling technologies

S.M. Bychkova¹, E.A. Zhidkova^{2,*}, O.O. Andreeva¹

¹ Saint-Petersburg State Agrarian University,
2A, Peterburgskoe shosse, Pushkin, 196601, Russia

² Kemerovo State University,
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

Received: June 05, 2019

Accepted: August 30, 2019

*e-mail: buaan18@mail.ru



© S.M. Bychkova, E.A. Zhidkova, O.O. Andreeva, 2019

Abstract. Modern agro-industrial and food industry enterprises require continuous improvement of management systems. The complexity and specificity of the agro-industrial production determine the approaches and management methods, which have to be innovative. The research objective was to examine the role of innovation in controlling, as well as innovative technologies of controlling that can improve management efficiency of food industry enterprises. The research was based on the neosystemic approach. This fundamental method of scientific knowledge was applied to all aspects of the innovative fundamental theory of agro-industrial complex organizations, the role of innovation in the controlling system, and innovative controlling technologies. According to the neosystemic approach, the controlling system was considered as a single system that consists of initial subsystems and uses knowledge and achievements of various fields of science to solve specific problems. As controlling implements the management process at agricultural enterprises, it means that relevant innovations should be developed in the field of agricultural enterprise

management. To understand the role of innovation in the controlling system, the authors introduced the concept of 'managerial innovation'. The choice of specific areas of managerial innovation in controlling should be based on the analysis of the external and internal environment, as well as on the strategic goals and objectives of the specific agricultural enterprise. In terms of its role and functionality, the controlling system is central to the management of the enterprise and, at the same time, has strong relationships with other systems and subsystems. Therefore, in order to select innovative technologies to be used in controlling, it is necessary to designate a range of tasks solved by the main elements of controlling. The paper describes the tasks of the main elements of controlling. The authors suggest innovative management technologies that can be used in controlling in the context of the main management functions such as planning, accounting, monitoring, and analysis. The approach takes into account the system of goal setting and the decision-making process in food industry. Thus, the main task of the modern controlling system is to form management technologies that use innovation as an element of the management cycle. Innovative technologies can be used in controlling both to achieve a strategic goal and to move to a new level of enterprise development.

Keywords. Innovations, enterprise, registration, controlling, analysis, regulation, management

For citation: Bychkova SM, Zhidkova EA, Andreeva OO. Innovative controlling technologies. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(3):479–486. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-479-486>.

Введение

В настоящее время в Российской Федерации инновационное развитие экономики является приоритетом государственной политики, в том числе и в сфере агропромышленного комплекса страны. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года ориентирует на поэтапный переход к инновационному типу развития [1]. Сложность и специфику агропромышленного производства определяют своеобразие подходов и методов управления агропромышленным предприятием. Современные условия экономической деятельности агропромышленных предприятий, к которым также относятся предприятия пищевой промышленности, требуют постоянного совершенствования систем управления. Основным направлением совершенствования управленческой деятельности на предприятиях пищевой промышленности выступает формирование и развитие системы контроллинга.

От организации и развития качественной системы контроллинга зависит эффективность системы управления предприятием пищевой промышленности, а также обеспечение возможности принятия обоснованных управленческих решений, направленных на стабилизацию финансового положения, сглаживание рисков банкротства, а также сохранность активов, интеллектуальной собственности и инноваций. Одной из форм совершенствования систем управления, в том числе и контроллинга, является применение инноваций. То есть «конструирование и разработка чего-то нового, до сих пор неизвестного и еще не существующего, того, что создаст новую экономическую конфигурацию из старых, известных, существующих элементов» [2]. Следовательно, инновацию имеет смысл рассматривать как необходимый элемент процесса управления.

Цель работы заключается в рассмотрении роли инноваций в контроллинге, а также инновационных технологий контроллинга для решения задач, направленных на повышение эффективности управления на предприятиях пищевой промышленности.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является учетно-аналитическая система контроллинга экономического

субъекта. Предметом исследования являются вопросы использования инновационных технологий в контроллинге.

Методы исследования – методы структурно-функционального анализа и неосистемного подхода.

На основе неосистемного подхода как основополагающего метода научного познания, применяемого к изучению всех аспектов инновационной фундаментальной теории организаций АПК, рассмотрена роль инновации в системе контроллинга и предложены инновационные технологии для использования контроллинга.

В начале 2000 годов Я. Корнаи была выдвинута системная парадигма в экономике, где акцент делался на определении системы через ее внешнюю устойчивость и целостность [3]. В дальнейшем эта парадигма развита Г. Б. Клейнером. Г. Б. Клейнером система определена как относительно обособленная и устойчивая часть экономического пространственно-временного континуума, характеризующаяся внешней целостностью и внутренним многообразием [4]. Данная тенденция создает платформу для применения в экономических исследованиях и смежных областях концепции «новой системности» («неосистемности»). Неосистемный подход определяет систему как относительно устойчивую в пространстве и во времени целостную часть окружающего мира, выделяемую из него по пространственным или функциональным признакам. Основная классификация систем опирается на признаки их ограниченности/неограниченности в пространстве и во времени и представляет собой монограмму систем: объектная, проектная, средовая и процессная системы. Принцип отнесения систем к каждому из этих типов состоит в следующем: для объектных систем характерно наличие известных границ размещения системы в пространстве, но отсутствует определенная граница функционирования во времени. Для процессных систем известны границы во времени, но не определены пространственные границы. Для проектных систем определены как пространственные, так и временные границы, а для средовых неопределёнными являются как границы в пространстве, так и во времени [5].

В русле неосистемного подхода система контроллинга рассматривается как единая система, структурно

состоящая из исходных подсистем и позволяющая рационально применять знания и достижения различных областей науки для решения конкретных задач [6].

Результаты и их обсуждение

Существенные усложнения используемых управленческих технологий, а также интеграционные процессы в условиях экономики инновационного типа послужили импульсом повышения эффективности развития инновационных технологий контроллинга.

В современной экономической науке достаточно много зарубежных и отечественных исследований касающихся вопросов инноватики. Инновации рассматриваются с разных точек зрения: развитие технологии, социальные системы, экономическое развитие. В научной литературе существует несколько подходов к толкованию термина «инновация»:

1. Термин «инновации» рассматривается только как процесс. Такого подхода придерживаются такие авторы, как С. Н. Мазуренко, М. В. Волынкина и др [7, 8]. Так, С. Н. Мазуренко дает следующее определение: инновация – это «трехэтапный процесс...»; такое «нововведение, которое включает в себя разработку новой технологии...» [7].

2. Термин «инновации» рассматривается только как результат. Такой точки зрения придерживаются такие авторы, как В. В. Лапшов, Р. А. Фатхутдинов и др [9, 10]. Р. А. Фатхутдинов считает, что инновация – это «конечный результат внедрения новшества с целью изменения объекта управления и получения экономического, социального, экологического, научно-технического или другого вида эффекта» [10].

Таким образом, инновация представляет инструмент обеспечения успешности организации. В связи с этим актуален вопрос о том, как данный инструмент участвует в решении проблем предприятия, каковы механизмы его применения для укрепления позиций компании, то есть каково место инновации в экономике и управлении предприятием [11]. В современной системе контроллинга инновация предстает в качестве объекта управления, а не элемента управленческого процесса. С учетом того, что контроллинг представляет собой реализацию процесса управления на предприятиях АПК, проблема использования инноваций в контроллинге должна рассматриваться как задача разработки соответствующих нововведений в сфере управления предприятием АПК.

Для понимания роли инновации в системе контроллинга рассмотрим понятие «управленческая инновация». Е. Т. Гребнев считает, что «под управленческим нововведением понимается любое целенаправленное изменение технологии управления, ориентированное на замену существующего механизма управления или его элементов с целью ускорения, облегчения или улучшения выполнения поставленных задач» [12]. А. В. Матвеев дает следующее определение «управленческая инновация – это результат творческой деятельности, направленной на разработку, создание и распространение новых управленческих технологий, методов и организационных форм» [13]. Как мы видим, эти определения связывают управленческую инновацию с понятием «управленческая технология».

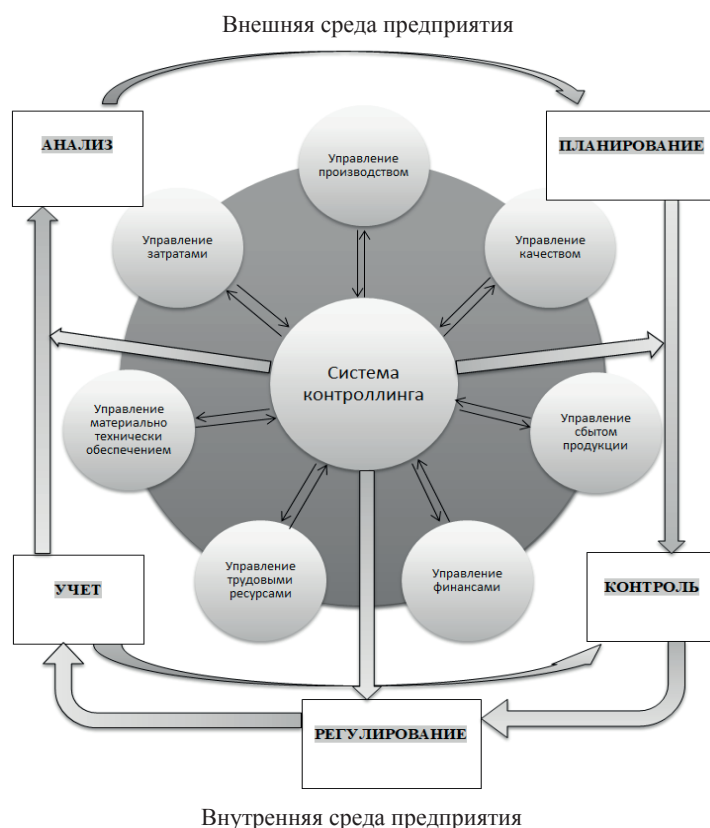


Рисунок 1. Место контроллинга в структуре управления предприятия

Figure 1. Controlling in the management structure of the enterprise

Таблица 1. Задачи основных элементов контроллинга

Table 1. Tasks of the main controlling elements

Элемент	Задачи
Планирование	<ul style="list-style-type: none"> – создание и постоянное совершенствования всей «архитектуры» системы планирования; – определение общей методологии оперативного и стратегического планирования: определение объектов, временных горизонтов и интервалов, выбор форм и инструментов планирования; – установление потребности в информации для планирования и информационная поддержка при разработке планов; – оценка разработанных планов на полноту и реализуемость; – непрерывный мониторинг эффективности системы планирования с целью своевременного информирования менеджмента о необходимости её совершенствования.
Учет	<ul style="list-style-type: none"> – поддержка создания системы сбора и обработки информации (как о внутренней, так и о внешней среде предприятия), которая является существенной для принятия управленческих решений на разных уровнях управления; – непрерывный учет состояния подконтрольных показателей для того, чтобы своевременно обнаруживать негативные отклонения и своевременно информировать об этом руководство предприятия; – непрерывный мониторинг эффективности системы учета с целью своевременного информирования менеджмента о необходимости её совершенствования.
Контроль	<ul style="list-style-type: none"> – формирование системы контроля за выполнением как стратегических, так и тактических целей деятельности фирмы; – разработка и составление подконтрольных показателей, являющихся индикатором достижения стратегических целей, и совокупности показателей в соответствии с текущими целями; – определение допустимых границ отклонений подконтрольных показателей, разработка формализованных процедур действий персонала при возникновении ряда отклонений; – непрерывный мониторинг эффективности системы контроля и регулирования с целью своевременного информирования о необходимости его совершенствования.
Анализ	<ul style="list-style-type: none"> – формирования и совершенствования всей «архитектуры» информационно-аналитической системы; – формирование используемой методологии анализа: совокупности методов и инструментов анализа, позволяющих выявить релевантные для управления в текущее время факты, а также ее периодическое обновление в соответствии с потребностями руководства; – экономическая оценка изменений в развитии управляемых объектов относительно заданных параметров с использованием таких приемов и методов, которые обеспечивали бы необходимую быстроту получения результативных аналитических показателей;
Регулирование	<ul style="list-style-type: none"> – формирование общей методологии, позволяющей рационально осуществлять все виды координации (первичная и вторичная, горизонтальная и вертикальная, системообразующая и системосвязующая); – периодическая диагностика состояния связей в организации (вертикальных и горизонтальных, линейных и функциональных, формальных и неформальных, прямых и косвенных), позволяющих обеспечивать координацию ее деятельности на предмет их рациональности, эффективности и соответствия современным достижениям теории с целью своевременного информирования менеджмента о необходимости их совершенствования; – мониторинг эффективности управления организацией в узком смысле (т. е. показателей эффективности непосредственно управления, а не деятельности всего предприятия) с целью оценки результатов использования методов вторичной координации и своевременного информирования менеджмента о необходимости их совершенствования.

Составлено автором по [14–16];

As compiled by the author according to [14–16].

Выбор конкретных направлений управленческих инноваций в контроллинге должен строиться на основе анализа внешней и внутренней среды, исходя из стратегических целей и задач, которые стоят перед конкретным предприятием пищевой промышленности. Как мы видим из рисунка 1, система контроллинга по выполняемой роли и функциональности занимает центральное место в контуре управления предприятием и при этом имеет прочные взаимосвязи с другими системами и подсистемами. Поэтому для выбора инновационных технологий для применения в контроллинге необходимо обозначить круг задач решаемых основными элементами контроллинга.

Контроллинг представляет собой довольно сложную систему, состоящую из различных элементов, а

именно из установления целей, планирования, учета, контроля, анализа, управления информационными потоками и выработки рекомендаций для принятия управленческих решений.

В таблице 1 представлены основные задачи элементов контроллинга.

Таким образом, в зависимости от целей и задач управления, будут меняться инструменты контроллинга, которые классифицируются не только на инструменты стратегического и оперативного контроллинга, но и на инструменты с учетом основных функций управления. Это позволит руководству предприятий пищевой промышленности с учетом задач основных элементов контроллинга использовать инновационные технологии в области инструментов



Рисунок 2. Инновационные управленческие технологии

Figure 2. Innovative management technologies

контроллинга в зависимости от поставленных целей организации АПК.

Рассмотрим какие инновационные управленческие технологии можно использовать в контроллинге в разрезе основных функций управления с учетом системы определения целей и процесса принятия решений на предприятиях агропромышленного комплекса. На рисунке 2 представлены инновационные управленческие технологии, которые возможно применить в контроллинге предприятий пищевой промышленности.

Эффективность деятельности предприятий агропромышленного комплекса в первую очередь зависит от правильно обоснованной системы определения целей, отражающей потребности предприятия АПК с точки зрения как внешней, так и внутренней среды. Поэтому для достижения стратегической цели предприятиям можно использовать «дерево целей», которое представляет собой структурированную совокупность целей организации, построенную по иерархическому принципу.

Применение «дерева целей» позволит:

- скоординировать деятельность всех структурных подразделений агропромышленного предприятия;
- определить ответственных за исполнение тех или иных целей;
- увязать обязанности должностных лиц и повысить их взаимную ответственность;
- осуществлять контроль за достижением целей, установив при этом конкретные задачи и сроки реализации.

Таким образом, «дерево целей» является одним из наиболее эффективных инструментов, который

позволяет, изобразив цели деятельности в виде «дерева», увидеть с какими проблемами придется столкнуться предприятию в будущем для достижения поставленных целей.

Как видно из рисунка 2, для планирования деятельности предприятия пищевой промышленности могут использовать такие инструменты, как стратегические матрицы, математическое прогнозирование и ситуационное моделирование. Рассмотрим, что собой представляют стратегические матрицы.

Стратегическая матрица представляет собой модель выбора предприятием определенной стратегии в зависимости от конкретной рыночной конъюнктуры и собственных возможностей или других факторов.

Матрица образуется по двум признакам (факторам) с помощью системы горизонтальных и вертикальных координат экономического пространства, которые выражают количественные или качественные характеристики соответствующих рыночных параметров. Их пересечение образует поля (квадранты, стратегические секторы), отражающие позицию фирмы на рынке. Матрицы имеют двойное название: по содержанию и по фамилии разработчика (имени фирмы).

Для предприятий пищевой промышленности данный инструмент имеет ряд особенностей, которые обусловлены технологической и институциональной спецификой их развития. Поэтому необходимо учитывать эти особенности при разработке рекомендаций по его практическому использованию.

Для эффективного выполнения такой функции управления как «учет» в настоящее время необходима комплексная автоматизация бухгалтерского учета.

Автоматизация бухгалтерского учета и подготовка финансовой отчетности в налоговые органы является одной из наиболее важных задач стоящих перед предприятиями агропромышленного комплекса.

К распространенным инновационным программам в области бухгалтерского учета и отчетности можно отнести следующие программы:

– 1С: Бухгалтерия применяется для автоматизации бухгалтерского и налогового учета и подготовки регламентированной отчетности на предприятиях любого масштаба [17];

– Oracle E-Business Suite представляет собой полнофункциональный набор бизнес-приложений, обеспечивающих эффективное управление деятельностью предприятия, и применяется для автоматизации таких направлений, как финансы, производство, управление персоналом, логистика, маркетинг, сбыт, продажи и другие [18].

На сегодняшний день эти программы являются наиболее популярными программами, которые применяют предприятия России.

При построении эффективной системы управления агропромышленным предприятием на основе внедрения системы контроллинга необходимо обеспечить прозрачность управленческих процессов и операций для руководства и собственников как основы принятия ими эффективных решений. В рамках такой функции управления как «анализ» предлагается использовать инновационный инструмент PESTLE анализ. Инструмент PESTLE анализ является расширенной версией PEST анализа путем добавления двух факторов (Legal и Environmental). Он помогает выявить и оценить факторы внешней среды по 6 категориям: P (Political) Политические, E (Economic) Экономические, S (Social-Culture) Социально-культурные, T (Technological) Технологические, L (Legal) Правовые и E (Environmental/Ecological) Экологические факторы [19].

PESTLE анализ используют при разработке и пересмотре стратегии для существующего рынка; при запуске нового продукта или услуги; для исследования нового направления деятельности или для запуска продаж в новой стране или регионе. Во всех этих случаях необходимо оценить потенциальное

воздействие внешних факторов на предприятие в двух перспективах: как они влияют на рынок и как они воздействуют на операционную деятельность компании.

Выводы

Таким образом, основной задачей современной системы контроллинга является формирование технологий управления, которые используют инновацию в качестве элемента управленческого цикла. Решение данной задачи предполагает выявление «критической точки» системы управления предприятием пищевой промышленности, разработку последовательности перехода организации на новый уровень функционирования с момента введения инновации и разработку совокупности специальных показателей для определения эффективности использования инновационных технологий в контроллинге. Инновационные технологии могут быть использованы в контроллинге как для достижения поставленной стратегической цели, так и для перехода на новый уровень развития предприятия.

Для оценки эффективности внедрения инновационных технологий в системе контроллинга на предприятиях пищевой промышленности необходимо соотнести результаты от внедрения инноваций с затратами на их внедрение. Процесс внедрения инновационных технологий в контроллинге на предприятиях пищевой промышленности охватывает все функции управления. Следовательно, можно выделить основные процессные изменения после внедрения инновационных технологий и провести их стоимостную оценку.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-010-01096А «Неосистемный подход как фактор научного обоснования трансформации фундаментальных основ контроллинга организаций АПК».

Список литературы

1. Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года.
2. Друкер, П. Ф. Бизнес и инновации / П. Ф. Друкер. – М. : «Вильямс», 2007. – 432 с.
3. Корнаи Я. Системная парадигма / Я. Корнаи // Вопросы экономики. – 2002. – № 4. – С. 17–23.
4. Клейнер, Г. Б. Экономика. Моделирование. Математика. Избранные труды / Г. Б. Клейнер. – М. : ЦЭМИ РАН, 2016. – 856 с.
5. Клейнер, Б. Г. Исследовательские перспективы и управленческие горизонты системной экономики / Б. Г. Клейнер // Управленческие науки. – 2015. – Т. 5, № 4. – С. 7–21.
6. Бычкова, С. М. Институциональная роль контроллинга на платформе концепций системной теории / С. М. Бычкова, Н. Н. Макарова, Е. А. Жидкова // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2018. – № 5. – С. 100–109. DOI: <https://doi.org/10.24411/2071-6435-2018-10050>.
7. Мазуренко, С. Н. Инновации – это симбиоз государственной и рыночных отношений / С. Н. Мазуренко // Известия. – 2008.

8. Волюнкина, М. В. Правовая сущность термина «инновация» / М. В. Волюнкина // *Инновации*. – 2006. – № 1. – С. 64–69.
9. Лапшов, В. В. Интегрированная система инновационного аудита «ИСИА» / В. В. Лапшов // *Становление, развитие и перспективы оценочной деятельности в России : Труды I международной конференции*. – М., 2008.
10. Фатхутдинов, Р. А. *Инновационный менеджмент* / Р. А. Фатхутдинов. – СПб. : Питер, 2014 – 448 с.
11. Принципы инновационного менеджмента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://center-yf.ru/data/Menedzheru/Principy-innovacionnogo-menedzhmenta.php>. – Дата обращения: 01.05.2019.
12. Гребнев, Е. Т. *Управленческие нововведения* / Е. Т. Гребнев. – М. : Экономика, 1985. – 159 с.
13. Матвеев, А. В. *Управленческие инновации в деятельности руководителя коммерческой фирмы: дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 / Матвеев Алексей Владимирович*. – М., 1999. – 122 с.
14. *Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях* / А. М. Карминский, Н. И. Оленев, А. Г. Примак [и др.]. – М. : Финансы и статистика, 1998. – 256 с.
15. *Научно-методические основы построения системы контроллинга на предприятиях химической промышленности* / В. П. Воронин, В. П. Соколов, И. М. Подмолодина [и др.]. – Воронеж : ВГТА, 2006. – 224 с.
16. *Контроллинг как инструмент управления предприятием* / Е. А. Ананькина, С. В. Данилочкин, Н. Г. Данилочкина [и др.]. – М. : Аудит: ЮНИТИ, 1999. – С. 16–17.
17. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://1c.ru/>. – Дата обращения: 01.05.2019.
18. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.oracle.com/ru/index.htm>. – Дата обращения: 01.05.2019.
19. Эванс, В. *Ключевые стратегические инструменты. 88 инструментов, которые должен знать каждый менеджер* / В. Эванс. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 456 с.

References


1. Kontseptsii dolgosrochnogo sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda [The concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2020].
2. Druker PF. *Innovation and Entrepreneurship*. Moscow: Vil'yams; 2007. 432 p. (In Russ.).
3. Kornai Ya. Sistemnaya paradigm [System Paradigm]. *Voprosy Ekonomiki*. 2002;(4):17–23. (In Russ.).
4. Kleynere GB. *Ehkonomika. Modelirovanie. Matematika. Izbrannye trudy [Economy. Modeling. Mathematics. Selected Works]*. Moscow: Central Economics and Mathematics Institute of the Russian Academy of Sciences; 2016. 856 p. (In Russ.).
5. Kleiner GB. Research prospects and management horizons of system economics. *Management Science*. 2015;5(4):7–21. (In Russ.).
6. Bychkova SM, Makarova NN, Zhidkova EA. Institutional role of controlling on the platform of the concepts of systematic theory. *ETAP: Economic Theory, Analysis, and Practice*. 2018;(5):100–109. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2071-6435-2018-10050>.
7. Mazurenko SN. Innovatsii – ehto simbioz gosudarstvennoy i rynochnykh otnosheniy [Innovation is a symbiosis of state and market relations]. *Izvestiya*. 2008. (In Russ.).
8. Volynkina MV. Pravovaya sushchnost' termina 'innovatsiya' [The legal essence of the term 'innovation']. *Innovatsii*. 2006;(1):64–69. (In Russ.).
9. Lapshov VV. Integrirovannaya sistema innovatsionnogo audita 'ISIA' [Integrated system of innovation audit 'ISIA']. *Stanovlenie, razvitie i perspektivy otsenочноy deyatel'nosti v Rossii: Trudy I mezhdunarodnoy konferentsii [Formation, Development, and Prospects of Evaluation in Russia. Proceedings of the 1st international conference]*. Moscow, 2008. (In Russ.).
10. Fatkhutdinov RA. *Innovatsionnyy menedzhment [Innovative management]*. St. Petersburg: Piter; 2014. 448 p. (In Russ.).
11. Printsipy innovatsionnogo menedzhmenta [Principles of innovation management] [Internet]. [cited 2019 May 01]. Available from: <http://center-yf.ru/data/Menedzheru/Principy-innovacionnogo-menedzhmenta.php>.
12. Grebnev ET. *Upravlencheskie novovvedeniya [Management innovations]*. Moscow: Ekonomika; 1985. 159 p. (In Russ.).
13. Matveev AV. *Upravlencheskie innovatsii v deyatel'nosti rukovoditelya kommercheskoy firmy [Managerial innovation in the activities of the head of a commercial company]*. Cand. eco. sci. diss. Moscow: Presidential Academy of Public Administration; 1999. 112 p.
14. Karminskiy AM, Olenev NI, Primak AG, Fal'ko SG. *Kontrolling v biznese. Metodologicheskie i prakticheskie osnovy postroeniya kontrollinga v organizatsiyakh [Controlling in business. Methodological and practical bases for controlling in organizations]*. Moscow: Finance and Statistics; 1998. 256 p. (In Russ.).
15. Voronin VP, Sokolov VP, Podmolodina IM, Vorotnikov SA. Scientifically-methodical bases of construction of system of controlling at the enterprises of the chemical industry. *Voronezh: Voronezh State University of Engineering Technologies*; 2006. 224 p. (In Russ.).
16. Anan'kina EA, Danilochkin SV, Danilochkina NG, et al. *Kontrolling kak instrument upravleniya predpriyatiem [Controlling as a tool of enterprise management]*. Moscow: Audit, UNITY: 1999. 16–17. (In Russ.).
17. [Internet]. [cited 2019 May 01]. Available from: <http://1c.ru/>.
18. [Internet]. [cited 2019 May 01]. Available from: <https://www.oracle.com/ru/index.htm>.

19. Ehvans V. Key strategy tools 80+ The tools for every manager to build a winning strategy. Moscow: Binom. Laboratoriya znaniy; 2015. 456 p. (In Russ.).

Сведения об авторах


Бычкова Светлана Михайловна

д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», 196601, Россия, г. Пушкин, Петербургское шоссе, 2А, тел.: +7 (812) 470-04-22, e-mail: agro@spbgau.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7684-9025>


Жидкова Елена Анатольевна

канд. экон. наук, доцент, заведующая кафедрой бухгалтерского учета, анализа, аудита и налогообложения, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 58-38-85, e-mail: buaan18@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7658-0254>

Андреева Олеся Олеговна


канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета и аудита, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», 196601, Россия, г. Пушкин, Петербургское шоссе, 2А, тел.: +7 (812) 470-04-22, e-mail: agro@spbgau.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3661-7902>

Information about the authors

Svetlana M. Bychkova

Dr.Sci.(Econ.), Professor, Professor of the Department of Accounting and Audit, Saint-Petersburg State Agrarian University, 2A, Peterburgskoe shosse, Pushkin, 196601, Russia, phone: +7 (812) 470-04-22, e-mail: agro@spbgau.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7684-9025>


Elena A. Zhidkova

Cand.Sci.(Econ.), Associate Professor, Head of the Department of Accounting, Analysis, Audit and Taxation, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 58-38-85, e-mail: buaan18@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-7658-0254>

Olesya O. Andreeva

Cand.Sci.(Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Accounting and Audit, Saint-Petersburg State Agrarian University, 2A, Peterburgskoe shosse, Pushkin, 196601, Russia, phone: +7 (812) 470-04-22, e-mail: agro@spbgau.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3661-7902>

Маркетинговое исследование рынка бутилированной питьевой воды

И. Н. Павлов*, Е. С. Ревакина, В. В. Елесина

ФГБОУ ВО Бийский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова»,
659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

Дата поступления в редакцию: 19.06.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: pawlow-in@mail.ru



© И. Н. Павлов, Е. С. Ревакина, В. В. Елесина, 2019

Аннотация. Питьевая вода как пищевой продукт занимает важное место в рационе человека и при выборе ее потребитель руководствуется рядом факторов, определяющих склонение к выбору воды той или иной марки. В качестве таких факторов могут выступать различные свойства товара: розничная цена, объем и дизайн упаковки, наличие дополнительных элементов, потребительское отношение к данному продукту, узнаваемость продукта и др. Потребители предъявляют к продукту различные требования. При выпуске продукта на рынок производителю необходимо знать потребительское отношение к данному продукту: факторы, являющиеся определяющими при покупке продукта, осведомленность о его торговых марках, информированность и узнавание продукта других производителей, реакцию на рекламу. Перед маркетинговым исследованием, проведенным в г. Бийске Алтайского края, стояли следующие задачи: определение отношения потребителей к употреблению бутилированной питьевой воды, оценка факторов, влияющих на выбор потребителя при покупке питьевой воды, оценка перспектив присутствия на рынке бутилированной питьевой воды производителей Алтайского края. Повышение спроса на бутилированную воду может быть обеспечено за счет информирования населения о преимуществах использования в повседневном рационе бутилированной питьевой воды. Со стороны местных производителей требуется использование доступных средств убеждения в приобретении данного товара. Исследование проведено методом анкетированного опроса, позволяющего получить достаточно полную информацию о мнениях, предпочтениях и поведении потребителей. В данном опросе приняли участие 300 респондентов разных возрастных групп, уровня дохода и социального статуса.

Ключевые слова. Вода, маркетинг, опрос, рынок, потребитель, предпочтение, Алтай, цена, качество, реклама

Для цитирования: Павлов, И. Н. Маркетинговое исследование рынка бутилированной питьевой воды / И. Н. Павлов, Е. С. Ревакина, В. В. Елесина // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 487–494. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-487-494>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

Market Research of Bottled Drinking Water

I.N. Pavlov*, E.S. Revyakina, V.V. Elesina

Biysk Technological Institute is a Subsidiary of
Polzunov Altai State Technical University,
27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia

Received: June 19, 2019
Accepted: August 30, 2019

*e-mail: pawlow-in@mail.ru



© I.N. Pavlov, E.S. Revyakina, V.V. Elesina, 2019

Abstract. Drinking water holds a valuable place in human ration. When choosing a water brand, the consumer is guided by a number of factors. Customers place various demands on a product. Thus, during the market launch the manufacturer needs to know the consumer's attitude to a given product. The determinant factors for product purchase include consumer's knowledge of product trade names, information awareness, recognition of the product among other manufacturers, and advertising response. The marketing research was conducted in the city of Biysk (Altai Krai, Russia) and pursued the following goals: to determine public attitudes to bottled drinking water; to assess the factors that influence buying decisions; to evaluate the perspective presence of Altai Krai's manufacturers at the bottled water market. The research was done through questionnaire survey and provided fairly complete information on consumers' opinions, choices, and behavior. This survey covered different consumer categories, a total of 300 respondents of different age groups, income level, and social class. The survey results demonstrated that 56.6% of the respondents still use tap water. However, only 15.8% actually give their precedence to tap water value account; the remaining 84.2% can therefore be viewed as potential customers. The survey revealed that the major consumer's criterion for water is the product price (42.8%). The second criterion in order of importance is the water quality, which constituted 16.7% of the total number of respondents. The paper contains data on consumers' preferences by water manufacturers. The consumers were found to use water of

manufacturers from other regions (51.6%). Only 42.4% gave their preference to local manufacturers, though Altai Krai is famous for its environmentally-clean drinking water sources. Price choices for drinking water were ascertained, and 53.6% of the respondents were found to be ready to pay 40 to 60 rubles per liter, which corresponds with the local manufacturers' pricing policy. When asked if the quality of local water brands is trustworthy, the great majority of the consumers (86.4%) gave credit to the local manufacturers' water quality. Based on the data on favourite brands, the most popular brands turned out to be the most promoted ones. The local manufacturers' efforts in this direction require available persuasion means, such as ad placement in mass media and promotional events at sales places.

Keywords. Water, marketing, survey, market, consumer, preference, Altai, price, quality, advertising

For citation: Pavlov IN, Revyakina ES, Elesina VV. Market Research of Bottled Drinking Water. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2019;49(3):487–494. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-487-494>.

Введение

При формировании потребительского рынка любого продовольственного продукта, прежде всего, необходимо ориентироваться на предпочтения и ожидания покупателей, выявление которых проводится на основании социологических исследований [1, 2]. Социологические исследования необходимо проводить с целью грамотного насыщения потребительского рынка и продвижения своего товарного предложения производителем [3]. В этом случае использование маркетинговых исследований позволяет решить конкретные задачи при формировании продовольственного рынка и является неотъемлемой частью социологического исследования, имеющего прикладной характер. Прежде всего, маркетинговые исследования позволяют определить желания и предпочтения потребителей на рынке продовольственных продуктов и сформировать правильное поведение производителя при выпуске того или иного товара. При этом производителю необходимо учитывать факторы, являющиеся важными для потребителей при приобретении. При выпуске продукта на рынок производителю необходимо оперировать различными факторами, чтобы они в максимальной степени соответствовали потребительским ожиданиям и обеспечивали ценность торгового предложения [4]. В качестве таких факторов могут выступать различные свойства товара: розничная цена, объем и дизайн упаковки, наличие дополнительных элементов, потребительское отношение к данному продукту, узнаваемость продукта и др. Потенциальные потребители предъявляют к продукту различные требования. При выпуске продукта на рынок производителю необходимо знать потребительское отношение к данному продукту: факторы, являющиеся определяющими при покупке продукта, осведомленность о его торговых марках, информированность и узнавание продукта других производителей, реакцию на рекламу.

Обеспечение потребителей питьевой водой имеет огромное социальное значение и в современных условиях состояния экологии играет важную роль в охране здоровья населения. При быстром развитии различных промышленных предприятий загрязнение водных массивов становится более серьезным. Использование натуральной питьевой воды, полученной из природных источников, не может дать полной гарантии безопасности при ее потреблении. Поэтому в последние десятилетия проводится множество

международных мероприятий, посвященных исследованиям по проблемам воды [5]. Отмечается, что как развивающиеся, так и промышленно развитые страны сталкиваются с широким спектром загрязнителей воды, начиная от традиционных соединений, таких как тяжелые металлы, фториды и смертельные патогены, переносимые водой. Поэтому активно обсуждаются вопросы по принятию усилий необходимых для устранения или смягчения проблем загрязненных источников питьевой воды в условиях ограниченных ресурсов с помощью методов очистки воды и мониторинга качества воды. В связи с этим активно развиваются направления исследований, связанных с разработкой эффективных и устойчивых методов очистки, чтобы улучшить доступ к чистой и безопасной питьевой воде и, следовательно, улучшить качество жизни [6–9]. Прежде всего, это касается питьевой воды, непосредственно потребляемой в рационе питания. Здесь потребитель вправе самостоятельно делать выбор в пользу источника потребления воды. В пользовании потребителя находится водопроводная вода, поступающая из муниципальной водопроводной сети, качеством которой многие потребители остаются недовольны [10, 11]. Поэтому все больше пользователей для получения качественной воды применяют бытовые очистители. Исследования показывают, что бытовые очистители эффективны в удалении загрязняющих веществ из воды [12, 13]. Однако существует много проблем, таких как высокая стоимость очистки, короткий срок службы материалов и неудовлетворительный эффект очистки [14]. Наблюдается вполне очевидная тенденция к росту потребителей, которые склоняются к переходу на потребление бутилированной питьевой воды. Несмотря на более высокую стоимость и потенциальное воздействие на окружающую среду, по сравнению с водопроводной водой, потребление бутилированной воды в последнее десятилетие возросло [15, 16]. Что касается воды, которая попадает в организм человека через продукты питания, то ее подготовкой занимаются предприятия пищевой промышленности, использующие современные технические решения и технологии водоподготовки [17–20].

В рамках данной работы проведено прикладное социологическое исследование потребительского рынка бутилированной питьевой воды на примере г. Бийска Алтайского края. Для решения задач, связанных с формированием рынка питьевой воды,

проведено маркетинговое исследование, целью которого является определение отношения потребителей к употреблению бутилированной питьевой воды, оценка факторов, влияющих на выбор потребителя при покупке питьевой воды, оценка перспектив присутствия на рынке бутилированной питьевой воды производителей Алтайского края.

Объекты и методы исследования

Основными субъектами рынка питьевой воды в исследовании явились: потребители питьевой воды и их отношение к бутилированной воде и производителям, представляющим свой продукт на рынке г. Бийска Алтайского края. Исследование проведено методом анкетированного опроса. Анкета включает 24 вопроса, ответы на которые позволяют получить достаточно полную информацию о мнениях, предпочтениях и поведении потребителей. В данном опросе представлены различные категории потребителей. Всего приняли участие 300 респондентов разных возрастных групп, уровня дохода и социального статуса. Поэтому данный опрос можно распространить на всех жителей г. Бийска и считать его результаты наиболее приближенными к реальной ситуации на рынке.

Результаты и их обсуждение

Опрос проводили при личном контакте с потребителями данной продукции, среди которых оказалось 60,8 % женщин и 39,2 % мужчин. Возрастные категории респондентов распределились следующим образом: 26 % респондентов оказались в возрасте до 20 лет; 13 % опрошенных в возрасте от 21 до 30 лет; 30,6 % от числа опрошенных имели возраст от 41–50 лет; 14,5 % в возрасте выше 50 лет. Также определен род занятий опрошенных: среди них 15,3 % учащиеся; 21,6 % являются студентами; наибольший процент респондентов составили рабочие – 31,1 %; 8,6 % – руководители среди опрошенных; на долю пенсионеров пришлось 19,4 %.

Вода является продуктом, который потребляется всеми жителями ежедневно. Поэтому нас интересовал вопрос о том, какая часть потребителей использует в рационе подготовленную, т. е. бутилированную воду.

В наше время питьевой водой на прилавках уже никого не удивит, а рынок битилированных вод развивается в течение многих лет. Тем не менее, как показали результаты опроса, большая часть опрошенных по-прежнему употребляют питьевую воду, доступную из централизованного водоснабжения. Так поступают 56,6 % респондентов города Бийска (рис. 1). Одной из причин такого предпочтения является удовлетворенность качеством воды, которая доступна в г. Бийске из источников централизованного водоснабжения, и возможность использования индивидуальных систем очистки воды в домашних условиях. Однако 43,4 % от общего числа опрошенных являются постоянными потребителями бутилированной воды, часть из них (23,9 %) используют в своем рационе воду, приобретаемую самостоятельно. Остальные 13,5 % либо потребляют воду, приобретаемую другими членами семьи, либо используют



Рисунок 1. Предпочтения по виду источника воды

Figure 1. Preferences on the type of water source

бутилированную воду из кулеров, установленных в общедоступных местах, а также в домашних условиях. Другими источниками потребления воды, в частности набранной из природных источников, пользуется меньшая часть населения. Так ответили 6,0 % респондентов.

78,4 % респондентов покупают воду для утоления жажды, находясь вне дома. На втором месте причиной приобретения воды является использование ее для домашнего потребления. Так ответили 13,0 %. Из всех опрошенных 3,6 % респондентов предпочитают использовать покупную воду для приготовления пищи. Целью получения необходимых микроэлементов вместе с потреблением питьевой воды является у 5,0 % респондентов.

Однако причиной, по которой большая часть населения города Бийска пользуется водой из централизованного водоснабжения, может быть не только доверие к качеству этого источника. Для того, чтобы ответить на этот вопрос, респондентам предложено выбрать причину такого выбора и отказа от использования бутилированной воды. Та часть населения, которая действительно отдает предпочтение качеству воды из централизованного источника и поэтому не использует бутилированную воду, составляет 15,8 % (рис. 2). Таким образом, остальная часть населения, а это почти 84,2 % из числа потребителей, которые в настоящее время потребляют воду из централизованного источника, может быть потенциальным потребителем бутилированной воды. Стоит обратить внимание на то, что из числа опрошенных 55,9 %



Рисунок 2. Причины отказа приобретения бутилированной питьевой воды

Figure 2. Reasons for refusal to purchase bottled drinking water

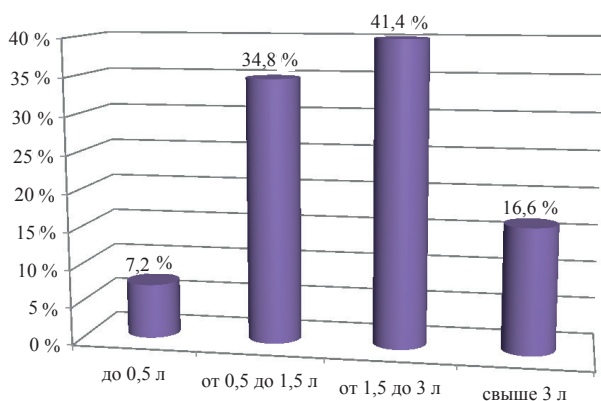


Рисунок 3. Объем ежедневно потребляемого количества воды

Figure 3. Volume of daily consumed water

ответили, что просто не имеют привычки в покупке питьевой воды.

Чтобы определить объем потребления питьевой воды реальными и потенциальными потребителями, в анкету включен вопрос о количестве ежедневно выпиваемой воды. По результатам анкетирования выяснилось, что 34,8 % людей употребляют для утоления жажды ежедневно от 0,5 до 1,5 л. Большой процент опрошенных – 41,8 % – ответили, что используют ежедневно от 1,5 до 3,0 л. Есть потребители, которые используют в своем рационе свыше 3,0 л. Таких среди опрошенных оказалось 16,6 %. Как правило, это люди, которые ведут активный образ жизни, а также используют покупную бутилированную воду при приготовлении домашних блюд. Остальные 7,2 % респонденты ответили, что потребляют менее 0,5 л воды в течение дня (рис. 3).

Известно, что вода занимает важное место в рационе человека и при выборе ее потребитель руководствуется рядом критериев, определяющих склонение к выбору воды той или иной марки. Для их оценки по значимости потребителям предложено сделать выбор



Рисунок 4. Критерии, влияющие на выбор

Figure 4. Choice-influencing criteria



Рисунок 5. Структура предпочтений потребителей в отношении производителей питьевой воды

Figure 5. Structure of consumer preferences for drinking water producers

среди предложенных критериев. Полученные результаты представлены на рисунке 4.

Основным по важности критерием для потребителей питьевой воды является цена, т. к. ее доля в общей значимости всех критериев составила 42,8 %. Такая высокая оценка значимости связана с тем, что вода для потребления необходима ежедневно и затраты на ее приобретение в требуемом количестве очень значительны для покупателей. Далее следует качество потребляемой воды. Показатель качества для потребителей складывается из определенных признаков: отсутствие привкуса, запаха, мутности, прозрачность воды, щелочность, жесткость, а также бактериальная загрязненность и отсутствие вредных примесей. Этому критерию придают значимость 16,7 % респондентов. Именно этот показатель делает выбор потребителя в пользу приобретения воды и отличает ее от воды, доступной людям из источников централизованного водоснабжения.

Следует отметить, что г. Бийск располагается в Алтайском крае и в непосредственной близости с Республикой Алтай. Оба региона славятся наличием экологически чистых источников питьевой воды, что является гарантией высокого качества марок питьевой воды, производимых местными производителями, а близость источников к потребителям влияет на снижение цены продукта. Именно эти критерии являются лидирующим при покупке питьевой воды (рис. 4). Тем удивительнее оказались результаты ответа на вопрос по предпочтениям потребителей в отношении производителей питьевой воды. Результаты проведенного опроса показали, что питьевую воду, поставляемую производителями из местных источников (Алтайский край и Республики Алтай), потребляют менее половины, т. е. 42,4 % опрошенных (рис. 5).

В крае внедрено в производство более десятка марок питьевой воды [21]. Но при ответе на вопрос о марке питьевой воды, которой потребители отдают предпочтение при покупке, оказались лишь 4 марки воды, произведенной на территории Алтайского края (табл.1).

Таблица 1. Предпочтительные марки питьевой воды

Table 1. Favourite drinking water brands

Марка	Производитель	Доля, %
Горный источник	ООО «Триера», г. Барнаул, Алтайский край	17,1
Бон Аква	«The Coca-Cola Company», г. Нижний Новгород, Нижегородская область	16,2
Самая цена	ООО «Триера», п. Пригородный, Алтайский край	14,8
Синегорье	ЗАО «Сибирская компания», г. Бийск, Алтайский край	10,5
Аква Минерале	ООО «ПепсиКо Холдингс», г. Екатеринбург, Свердловская область	10,2
Святой источник	ООО «Аква Стар», г. Кострома, Костромская область	10,0
Сибирский бор	ООО «Spring», г. Омск, Омская область	6,3
Кристалльный родник	ЗАО «Ича-IV-М», г. Новосибирск, Новосибирская область	5,5
Серебряная	ЗАО «Чарыш», с. Краснощеково, Алтайский край	2,0
Норинга	ООО «Компания чистая вода», р.п. Белоярский, Свердловская область	3,4

Чтобы выяснить, почему питьевая вода местных производителей пользуется малым спросом у потребителей г. Бийска, сделана оценка ценовых предпочтений. Факт важности цены в качестве критерия, влияющего на выбор потребителя, подтверждается результатами выбора данного критерия как основного (рис. 5). Поэтому в ходе опроса выяснены ценовые предпочтения населения по отношению к приобретаемой воде (рис. 6). Большинство людей (53,6 %) готовы заплатить от 20 до 40 рублей за литр воды. До 20 рублей за литр готовы отдать 26,6 % опрошенных. От 40 до 60 рублей готовы платить 17,1 % людей. И лишь 2,7 % респондентов готовы потратить свыше 60 рублей за литр воды. После проведенного сбора информации о ценах на питьевую воду Алтайских производителей установили, что все они имеют стоимость до 40 рублей за литр.

Таким образом, цена не может повлиять на низкую популярность у потребителей воды местных производителей. В качестве этой воды нет сомнений, т. к. все они добываются из скважин, расположенных в экологически чистых зонах Алтайского края и проходят на предприятиях через систему водоподготовки, включающую очистку и обеззараживание воды. Тем не менее, респондентам задан вопрос о доверии качеству питьевой бутилированной воды, произведенной на территории Алтайского края (рис. 7).

По результатам опроса в качестве воды не сомневаются 86,4 % местных жителей. Часть опрошенных (8,2%) затруднились ответить на данный

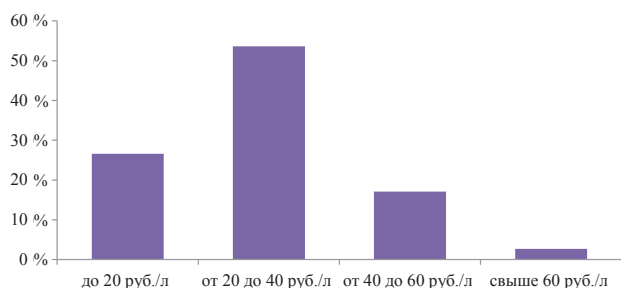


Рисунок 6. Ценовые предпочтения бутилированной питьевой воды

Figure 6. Price preferences for bottled drinking water

вопрос. И лишь 5,6 % ответили отрицательно на вопрос о качестве.

Немаловажное значение среди факторов, определяющих выбор при покупке, является объем упаковки, удобный для использования потребителями. В настоящее время питьевую воду можно купить в различных упаковках объемом от бутылки 0,33 л до бутылей вместимостью 19 л. Самым удобным вариантом для респондентов г. Бийска, за который отдали свои предпочтения 39,6 % опрошенных, является бутылка емкостью от 1,0 до 1,5 л (рис. 8). Бутылки емкостью 0,5–0,6 л устраивают 24,3 %, к бутылкам с 0,33 л склонны 13,5 % потребителей. Меньшим спросом пользуются бутылки с объемом 2 л и 5 л. Бутыли для кулеров с объемом 19 л выбрали 9 %. 2,8 % респондентов ответили, что не имеют предпочтений в объеме упаковки. Проведя анализ в различных точках, доступных для приобретения бутилированных вод, можно сделать вывод, что весь ассортимент представлен в самых востребованных объемах упаковки, т. е. в объемах 1,5 л и 0,5 л. Продукция Алтайских производителей также не является исключением.

Таким образом, после оценки основных критериев можно заключить, что основные показатели потребительского предпочтения – цена воды, объем упаковки и доверие ее качеству – не могут повлиять на низкую



Рисунок 7. Доверие качеству питьевой бутилированной воды

Figure 7. Confidence in the quality of drinking bottled water

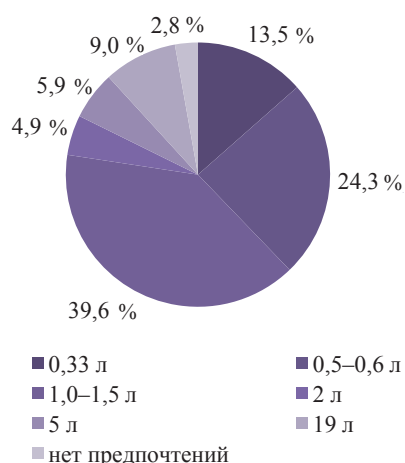


Рисунок 8. Предпочтения потребителей в отношении объема упаковки

Figure 8. Consumer preferences for packing volume

популярность местных производителей питьевой воды, т. к. эти критерии выбора определяют выбор в сумме 68,6 % потребителей (рис. 5).

Эффективность продвижения бутилированной воды зависит от таких факторов, как рекомендации знакомых, известность марки и наличие рекламы. Руководствуясь данными факторами, 21,7 % от числа опрошенных делают выбор в пользу покупки бутилированной воды того или иного производителя. Эти критерии делают марку производителя товара узнаваемой среди покупателей. Опираясь на данные о предпочтительных марках при приобретении (табл. 1), следует отметить, что большей популярностью пользуются марки, производители которых обеспечивают рекламную поддержку для своего товара. Поэтому потребитель порой делает неосознанный выбор в пользу того или иного товара, находясь под влиянием рекламы.

Таким образом, объем потребления бутилированной питьевой воды на рынке города Бийска может расти за счет информирования населения о

преимуществах потребления бутилированной воды, предлагаемом ассортименте и ценовой политике производителя. Выполняемая работа в этом направлении со стороны местных производителей требует использования доступных средств убеждения в приобретении данного товара, таких как размещение рекламы в средствах массовой информации, проведение рекламных акций в местах продаж, размещение наружной рекламы, проведение промо-акций и др. Подобные действия позволят производителям быть более узнаваемыми на рынке и повысить спрос на их продукцию.

Выводы

Проведенные маркетинговые исследования позволяют оценить предпочтения потребителей бутилированной питьевой воды и могут использоваться при разработке маркетинговой стратегии действующих производителей, а также при организации нового производства и вывода его на рынок. Повышение спроса на бутилированную воду может быть обеспечено за счет информирования населения о преимуществах использования в повседневном рационе бутилированной питьевой воды.

Главными факторами при выборе питьевой воды являются цена и доверие к качеству воды. Соответствие этим критериям, а также ценовым предпочтениям и предпочтениям в отношении объема упаковки позволяет сделать вывод о потенциале роста спроса на питьевые воды местных производителей. Немалый вклад в выбор товара вносят рекомендации знакомых, узнаваемость марки и доступность информации о производителе, а также влияние рекламы. Поэтому Алтайским производителям в целях продвижения своей продукции рекомендуется больше внимания уделять проведению мероприятий по информированию населения о преимуществах потребления бутилированной воды.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Ковалева, И. В. Маркетинговые исследования локального рынка мясных деликатесов и мясной продукции / И. В. Ковалева, Н. М. Сурай // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 39, № 4. – С. 151–156.
2. Маркетинговое исследование рынка сгущенного молока в г. Кемерово / О. Э. Брезе, Е. Е. Румянцева, Т. А. Сапожникова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 43, № 4. – С. 141–148.
3. Сурай, Н. М. Исследование потребительских предпочтений на рынке мясной продукции при формировании рационального компонента региональных брендов / Н. М. Сурай, О. А. Высоцкая // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 44, № 1. – С. 144–151.
4. Market capacity as the basis of marketing research food market of Kemerovo region / O. E. Brese, N. L. Grjaznova, V. A. Brese [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2015. – Vol. 3, № 1. – P. 132–139. DOI: <https://doi.org/10.12737/11246>.
5. Faster and safer: Research priorities in water and health / K. Setty, J.-F. Loret, S. Courtois [et al.] // International Journal of Hygiene and Environmental Health. – 2019. – Vol. 222, № 4. – P. 593–606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.03.003>.
6. A facile method to modify activated carbon fibers for drinking water purification / Q. Zuo, Y. Zhang, H. Zheng [et al.] // Chemical Engineering Journal. – 2019. – Vol. 365. – P. 175–182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.02.047>.
7. Oxidation kinetics of algal-derived taste and odor compounds during water treatment with ferrate (VI) / J. Shin, D. Lee, T.-M. Hwang [et al.] // Chemical Engineering Journal. – 2018. – Vol. 334. – P. 1065–1073. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.10.057>.

8. Performance of ceramic disk filter coated with nano ZnO for removing *Escherichia coli* from water in small rural and remote communities of developing regions / J. Huang, G. Huang, C. An [et al.] // *Environmental Pollution*. – 2018. – Vol. 238. – P. 52–62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.03.008>.
9. Removal of carbamazepine in water by electro-activated carbon fiber-peroxydisulfate: comparison, optimization, recycle, and mechanism study / Z. Liu, C. Zhao, P. Wang [et al.] // *Chemical Engineering Journal*. – 2018. – Vol. 343. – P. 28–36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.02.114>.
10. Chlorination by-product levels in hot tap water: Significance and variability / C. Legay, S. Leduc, J. Dubé [et al.] // *Science of the Total Environment*. – 2019. – Vol. 651. – P. 1735–1741. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.075>.
11. Reasons why low-income people in urban areas do not drink tap water / L. Family, G. Zheng, M. Cabezas [et al.] // *Journal of the American Dental Association*. – 2019. – Vol. 150, № 6. – P. 503–513. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2018.12.005>.
12. Online assessment of sand filter performance for bacterial removal in a full-scale drinking water treatment plant / T. Fujioka, T. Ueyama, F. Mingliang [et al.] // *Chemosphere*. – 2019. – Vol. 229. – P. 509–514. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.197>.
13. Rosa, L. R. Colloidal silver and silver nanoparticles bioaccessibility in drinking water filters / L. R. Rosa, R. D. Rosa, M. A. M. S. Da Veiga // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. – 2016. – Vol. 4, № 3. – P. 3451–3458. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.07.017>.
14. Suspect screening and non-targeted analysis of drinking water using point-of-use filters / S. R. Newton, R. L. McMahan, J. R. Sobus [et al.] // *Environmental Pollution*. – 2018. – Vol. 234. – P. 297–306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.033>.
15. Huang, L. Health information and consumer learning in the bottled water market / L. Huang, Y. Liu // *International Journal of Industrial Organization*. – 2017. – Vol. 55. – P. 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2017.08.002>.
16. Polarized but illusory beliefs about tap and bottled water: A product- and consumer-oriented survey and blind tasting experiment / L. J. Debbeler, M. Gamp, M. Blumenschein [et al.] // *Science of the Total Environment*. – 2018. – Vol. 643. – P. 1400–1410. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.190>.
17. Краснова, Т. А. Водоподготовка в пищевой промышленности / Т. А. Краснова // *Техника и технология пищевых производств*. – 2018. – Т. 48, № 1. – С. 15–30. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-15-30>.
18. Effect of priority drinking water contaminants on the quality indicators of beverages during their production and storage / Т. А. Краснова, I. V. Timoshchuk, A. K. Gorelkina [et al.] // *Foods and Raw Materials*. – 2018. – Vol. 6, № 1. – P. 230–241. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-230-241>.
19. Removal of endocrine disrupting compounds, pharmaceuticals, and personal care products in water using carbon nanotubes: A review / C. Jung, A. Son, N. Her [et al.] // *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. – 2015. – Vol. 27. – P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2014.12.035>.
20. Короткая, Е. В. Особенности очистки воды разделительным вымораживанием для производства восстановленного молока / Е. В. Короткая, И. А. Короткий, А. В. Учайкин // *Техника и технология пищевых производств*. – 2018. – Т. 48, № 3. – С. 133–139. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-133-139>.
21. Алтайские бутилированные воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.altay-turizm.ru/index.php/2010-01-15-08-28-50/120-istochnik.html?start=3>. – Дата обращения: 20.05.2019.


References

1. Kovaleva IV, Suray NM. Marketing investigation of local deli meats and meat products market. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2015;39(4):151–156. (In Russ.).
2. Breze OE, Rumyantseva EE, Sapozhnikova TA, Vasil'ev KI. Research on canned milk market in the city of Kemerovo. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2016;43(4):141–148. (In Russ.).
3. Suray NM, Vysotskaya OA. Consumer preference research in forming rational component of regional brands in the meat product market. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2017;44(4):144–151. (In Russ.).
4. Brese OE, Grjaznova NL, Brese VA, Angersbach AK. Market capacity as the basis of marketing research food market of Kemerovo region. *Foods and Raw Materials*. 2015;3(1):132–139. DOI: <https://doi.org/10.12737/11246>.
5. Setty K, Loret J-F, Courtois S, Hammer CC, Hartemann P, Lafforgue M, et al. Faster and safer: Research priorities in water and health. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2019;222(4):593–606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.03.003>.
6. Zuo Q, Zhang Y, Zheng H, Zhang P, Yang H, Yu J, et al. A facile method to modify activated carbon fibers for drinking water purification. *Chemical Engineering Journal*. 2019;365:175–182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.02.047>.
7. Shin J, Lee D, Hwang T-M, Lee Y. Oxidation kinetics of algal-derived taste and odor compounds during water treatment with ferrate (VI). *Chemical Engineering Journal*. 2018;334:1065–1073. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.10.057>.
8. Huang J, Huang G, An C, He Y, Yao Y, Zhang P, et al. Performance of ceramic disk filter coated with nano ZnO for removing *Escherichia coli* from water in small rural and remote communities of developing regions. *Environmental Pollution*. 2018;238:52–62. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.03.008>.
9. Liu Z, Zhao C, Wang P, Zheng H, Sun Y, Dionysiou DD. Removal of carbamazepine in water by electro-activated carbon fiber-peroxydisulfate: comparison, optimization, recycle, and mechanism study. *Chemical Engineering Journal*. 2018;343:28–36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.02.114>.

10. Legay C, Leduc S, Dubé J, Levallois P, Rodriguez MJ. Chlorination by-product levels in hot tap water: Significance and variability. *Science of the Total Environment*. 2019;651:1735–1741. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.075>.
11. Family L, Zheng G, Cabezas M, Cloud J, Hsu S, Rubin E, et al. Reasons why low-income people in urban areas do not drink tap water. *Journal of the American Dental Association*. 2019;150(6):503–513. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2018.12.005>.
12. Fujioka T, Ueyama T, Mingliang F, Leddy M. Online assessment of sand filter performance for bacterial removal in a full-scale drinking water treatment plant. *Chemosphere*. 2019;229:509–514. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.197>.
13. Rosa LR, Rosa RD, Da Veiga MAMS. Colloidal silver and silver nanoparticles bioaccessibility in drinking water filters. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2016;4(3):3451–3458. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.07.017>.
14. Newton SR, McMahan RL, Sobus JR, Mansouri K, Williams AJ, McEachran AD, et al. Suspect screening and non-targeted analysis of drinking water using point-of-use filters. *Environmental Pollution*. 2018;234:297–306. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.033>.
15. Huang L, Liu Y. Health information and consumer learning in the bottled water market. *International Journal of Industrial Organization*. 2017;55:1–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2017.08.002>.
16. Debbeler LJ, Gamp M, Blumenschein M, Keim D, Renner B. Polarized but illusory beliefs about tap and bottled water: A product- and consumer-oriented survey and blind tasting experiment. *Science of the Total Environment*. 2018;643:1400–1410. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.190>.
17. Krasnova TA. Water treatment in food industry. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(1):15–30. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-15-30>.
18. Krasnova TA, Timoshchuk IV, Gorelkina AK, Belyaeva OV. Effect of priority drinking water contaminants on the quality indicators of beverages during their production and storage. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(1):230–241. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-230-241>.
19. Jung C, Son A, Her N, Zoh K-D, Cho J, Yoon Y. Removal of endocrine disrupting compounds, pharmaceuticals, and personal care products in water using carbon nanotubes: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2015;27:1–11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2014.12.035>.
20. Korotkaya EV, Korotkiy IA, Uchaykin AV. Water Purification by Separate Freezing in Reconstituted Milk Production. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018;48(3):133–139. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-3-133-139>.
21. Altayskie butilirovannye vody [Altai bottled water] [Internet]. [cited 2019 May 20]. Available from: <http://www.altay-turizm.ru/index.php/2010-01-15-08-28-50/120-istochnik.html?start=3>.

Сведения об авторах

Павлов Игорь Николаевич

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры машин и аппаратов химических и пищевых производств, ФГБОУ ВО Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (903) 958-41-40, e-mail: pawlow-in@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4883-5325>

Ревякина Елизавета Сергеевна


студент, ФГБОУ ВО Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (960) 945-69-70, e-mail: revyakinaliza@mail.ru

Елесина Виктория Васильевна

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры общей химии и экспертизы товаров, ФГБОУ ВО Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (906) 196-84-81, e-mail: viva.e@mail.ru

Information about the authors

Igor N. Pavlov

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Machine and Apparatus of Chemical and Food Production Engineering Chair, Biysk Technological Institute is a Subsidiary of Polzunov Altai State Technical University, 27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (903) 958-4140, e-mail: pawlow-in@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4883-5325>

Elizaveta S. Revyakina

Student, Biysk Technological Institute is a Subsidiary of Polzunov Altai State Technical University, 27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (960) 945-69-70, e-mail: revyakinaliza@mail.ru

Victoria V. Elesina

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of General Chemistry and Expertise of Goods, Biysk Technological Institute is a Subsidiary of Polzunov Altai State Technical University, 27, Trofimova Str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (906) 196-84-81, e-mail: viva.e@mail.ru

Разработка методики оценки эффективности внедрения цифровых технологий в агропромышленном комплексе

А. О. Рада^{1,*}, Е. А. Федулова¹, П. Д. Косинский²

¹ ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

² ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный
сельскохозяйственный институт»,
650056, Россия, г. Кемерово, ул. Марковцева, 5

Дата поступления в редакцию: 29.07.2019
Дата принятия в печать: 30.08.2019

*e-mail: radaartem@mail.ru



© А. О. Рада, Е. А. Федулова, П. Д. Косинский, 2019

Аннотация. Цель исследования – разработка количественной методики для оценки разных видов эффективности внедрения цифровых технологий точного земледелия в агропромышленном комплексе (на примере предприятий растениеводства). В работе были поставлены задачи: определить основные виды эффективности и компоненты их оценки; обосновать алгоритм анализа возможностей и потребностей предприятия во внедрении цифровых технологий; определить составляющие экономического, экологического, социального эффекта, учитываемые при оценке эффективности; разработать расчетные формулы и зависимости, позволяющие количественно выразить эффект и эффективность цифровых технологий. Получена двухблочная структура методики по оценке эффективности цифровых технологий. Первый блок позволяет определить потребности и возможности по внедрению цифровых технологий, чтобы определить круг предприятий, для которых целесообразно определять эффект цифровизации. Второй блок предполагает непосредственную оценку результатов и эффективности внедрения цифровых технологий, что позволяет обосновывать управленческие решения. Определены подходы и процедуры к оценке биологического, технологического, экономического эффектов и эффективности на уровне отдельного сельскохозяйственного предприятия. Предложены конкретные расчетные зависимости, которые позволяют определить показатели рентабельности и окупаемости затрат на внедрение цифровых технологий на предприятии агропромышленного комплекса. Раскрыт методический подход к оценке публичной эффективности внедрения цифровых технологий, включая экологическую и социальную эффективность (в соответствии с требованиями парадигмы устойчивого развития сельского хозяйства по требованиям Организации Объединенных Наций). Количественно определена структура экологического эффекта от внедрения цифровых технологий. Результаты исследования могут использоваться предприятиями агропромышленного комплекса и поставщиками цифровых технологий при обосновании управленческих решений по внедрению цифровых технологий.

Ключевые слова. Цифровые технологии, оценка эффективности, технологическая эффективность, экономическая эффективность, публичная эффективность, агропромышленный комплекс, растениеводство

Для цитирования: Рада, А. О. Разработка методики оценки эффективности внедрения цифровых технологий в агропромышленном комплексе / А. О. Рада, Е. А. Федулова, П. Д. Косинский // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 3. – С. 495–504. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-495-504>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

New Method for Efficiency Evaluation of Digital Technologies in Agricultural Sector

A.O. Rada^{1,*}, E.A. Fedulova¹, P.D. Kosinsky²

¹ Kemerovo State University,
6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

² Kemerovo State Agricultural Institute,
5, Markoutseva Str., Kemerovo, 650056, Russia

Received: July 29, 2019
Accepted: August 30, 2019

*e-mail: radaartem@mail.ru



© A.O. Rada, E.A. Fedulova, P.D. Kosinsky, 2019

Abstract. The paper features digital technologies in satellite farming and introduces a quantitative methodology to evaluate various types of their effectiveness. The authors determined the main types of efficiency and components of evaluation and substantiated the algorithm of analysis. The paper also contains a list of related economic, environmental, and social components, as well as a set of

formulas and dependencies. The methodology for assessing the effectiveness of digital technologies has a two-block structure. The first block determines the needs and opportunities for the implementation of digital technologies and helps to define the enterprises that may benefit from digital technologies. The second block involves a direct evaluation of the results and efficiency of the digital technologies to be implemented and substantiates management solutions. The paper describes approaches and procedures that help to assess the biological, technological, and economic benefits of digital technologies for an agricultural enterprise. The authors quantified the structure of the environmental effect of the introduction of digital technologies and introduced some dependencies can determine profitability and cost recovery indicators. The research used the methodological approach to assess the environmental and social efficiency of digital technologies for an agricultural enterprise. The approach corresponds with the requirements of sustainable agricultural development declared by the UN. The results can be used by enterprises of the agro-industrial complex and suppliers of digital technologies.

Keywords. Digital technologies, efficiency evaluation, technological efficiency, economic efficiency, public efficiency, agriculture, crop production

For citation: Rada AO, Fedulova EA, Kosinsky PD. New Method for Efficiency Evaluation of Digital Technologies in Agricultural Sector. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(3):495–504. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-3-495-504>.

Введение

Одна из основных стратегических целей агропромышленного комплекса России и растениеводства как его базисной отрасли является широкое комплексное внедрение цифровых технологий (цифровизация) [1, 2]. Под цифровыми технологиями растениеводства в исследовании понимается система взаимодействующих между собой технических средств, программного обеспечения, информационно-управляющих систем и сетей, организационно-экономических отношений. Они позволяют на основе единой цифровой модели деятельности резко повысить эффективность и устойчивость развития растениеводства. Следует отметить, что цифровые технологии растениеводства не тождественны концепции точного земледелия. Вторая возникла значительно раньше и имеет исключительно агротехнологическое содержание. Цифровые же технологии в современных условиях представляют конкретную систему технологических средств и методов для решения задач, поставленных ранее в концепции точного земледелия.

Как показывает мировой опыт, цифровизация растениеводства обеспечивает существенный рост урожайности при одновременном снижении затрат и экологического ущерба вследствие селективного применения техники и удобрений. Это достигается благодаря наиболее рациональному, «точечному» использованию каждой единицы ресурсов (машинно-часа работы техники, килограмма внесенных удобрений) на основе большого объема информации о протекающих в почвах и растениях сложных процессах. Например, при удобрении почв и использовании ядохимикатов традиционным способом на 11 % площади поля происходит двойное превышение нормы. Растения оказываются угнетенными или получают ожог. На 15 % площади поля внесение удобрений ниже нормы приводит к снижению урожайности [3]. Следовательно, развитие растениеводства будет связано с дифференцированным, более точным внесением удобрений в соответствии с состоянием и потребностями небольших участков полей и групп растений.

К основным направлениям цифровизации растениеводства относят дистанционное зондирование

Земли со спутников и беспилотных летательных аппаратов, системы автоматизированного управления, технологии Интернета вещей, автономную сельскохозяйственную технику. При комплексной цифровизации растениеводства, на основе геоинформационных систем и дистанционного зондирования, формируется информационная основа управления агротехнологической системой с высокой детализацией, полной цифровой моделью сельскохозяйственных угодий.

Затем с использованием современных информационно-коммуникационных технологий принимаются рациональные или оптимальные решения по осуществлению агротехнологических операций. Их реализуют «умные машины» и беспилотная техника с меньшим участием человека или вообще без такового. С использованием технологий Интернета вещей при этом продолжается сбор информации, изменение цифровой модели происходящего в агроэкосистеме, корректируются воздействия на нее. Данный процесс осуществляется в полуавтоматическом или полностью автоматическом режиме.

Однако широкая цифровизация достижима лишь при условии экономической и/или публичной эффективности для отдельных сельскохозяйственных предприятий, а также регионов как субъектов социально-экономической политики. Анализ научных публикаций, а также личный опыт автора по реализации пилотных проектов внедрения цифровых технологий в ряде сельскохозяйственных организаций Кемеровской области показывает недостаток методической базы для оценки эффективности [3–5]. Отсутствуют методические разработки, отвечающие условиям отрасли и позволяющие оценить эффективность данных проектов на основании валидных данных о затратах на цифровизацию и получаемых результатах. В лучшем случае приводятся отдельные оценки по частным результатам использования цифровых технологий (экономия удобрений, семян, фонда машинного времени) [6–8]. Это определяет необходимость разработки комплексной методики для оценки эффективности внедрения цифровых технологий растениеводства. Она должна учитывать не только непосредственный экономический эффект (рост доходов, прибыли, снижение затрат), но и эко-

логические и социальные последствия. Цель исследования – разработка количественной методики оценки эффективности внедрения цифровых технологий точного земледелия в агропромышленном комплексе (на материалах предприятий растениеводства).

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются сельскохозяйственные предприятия Кемеровской области, на которых автором проводились полевые исследования, позволяющие определить и количественно оценить компоненты эффектов внедрения цифровых технологий. При выполнении исследования использованы методы системного анализа и экономико-математического моделирования.

Результаты и их обсуждение

Основным результатом исследования является методика оценки эффективности внедрения цифровых технологий на предприятиях растениеводства. Она включает два блока:

1. Определение потребностей и возможностей во внедрении цифровых технологий на предприятиях растениеводства путем анализа качественной информации, экспертных оценок и имеющихся количественных данных. Полная количественная формализация данного процесса в настоящее время не представляется возможной из-за отсутствия информации по реализации проектов цифровизации сельского хозяйства в длительной перспективе;

2. Количественная оценка эффективности внедрения выбранных цифровых технологий.

Первый блок включает в себя определение основных потребностей предприятия растениеводства в решении производственно-управленческих проблем за счет цифровых технологий, а также определение его возможностей без учета внешней поддержки. Также в рамках этого блока осуществляется подбор вариантов организации проекта внедрения цифровых технологий, если в этом возникает необходимость в ситуации недостатка возможностей одного сельскохозяйственного предприятия. Задачей данного блока является подготовка к непосредственной количественной оценке эффективности тех или иных цифровых технологий, исходя из потребностей, возможностей и реального потенциала предприятия растениеводства. Выявление и уточнение потребности предприятия в использовании данных технологий предлагается осуществлять на основе следующих критериев и показателей:

1. Обеспеченность сельскохозяйственной техникой и ее состояние. Этот фактор определяет целесообразность использования технологий цифрового планирования работ, автономного и полуавтономного вождения. Цифровизация процессов работы техники наиболее целесообразна при наличии ограниченного, но все же достаточно крупного парка, где существует возможность построения разных графиков сельскохозяйственных работ, а также маневра техникой. Так, на одном из сельскохозяйственных предприятий Кемеровской области при наличии

15,8 комбайнов (в пересчете на эталонные единицы) и нормативной потребности в 54 комбайнах (недостижимой для предприятия) с использованием данных геоинформационной системы о сроках созревания зерновых на разных участках добились более рационального составления графика уборки. Благодаря этому потери сократились на 0,4 ц с гектара;

2. Количество и сложность пространственной конфигурации сельскохозяйственных угодий, в первую очередь пашни, точность и качество планов и карт, имеющихся в распоряжении предприятия. Для многих сельскохозяйственных предприятий характерна проблема неточного знания размеров и границ посевных площадей. Это ведет либо к перерасходу горючего, семян, удобрений («затраты на несуществующие гектары»), либо к неполному использованию пашни и недополучению урожая. Наибольший эффект использование спутниковой съемки, съемки с беспилотных летательных аппаратов, использование геоинформационных систем, технологий управления логистикой и техникой дают в тех хозяйствах, где площади пашни велики, разные участки имеют сложную форму и «разбросаны» по определенной территории. В данном случае цифровые технологии позволяют с исчерпывающей точностью планировать сельскохозяйственные работы и затраты на них;

3. Абсолютные и относительные потери фактического урожая, в сравнении с плановым уровнем и средним уровнем по району и региону, вследствие нерациональных агротехнологических решений, запоздалой или неадекватной реакции на состояние посевов. По данным литературы и Аналитического центра Министерства сельского хозяйства РФ, погода определяет лишь до 25–30 % урожая зерна. Поэтому, если в ходе анализа выявляются более значительные отклонения, целесообразно применение цифровых технологий для выработки наиболее эффективной схемы агротехнологических действий. Так, в рамках анализа результатов фитосанитарного контроля с использованием беспилотных летательных аппаратов в 2018 г. на ряде сельскохозяйственных предприятий Кемеровской области были выявлены участки полей с меньшим, чем предполагается, агротехнологическим нормами, индексами развития растительности и состоянием биомассы растений. При обычном обследовании посевов эту информацию получить невозможно, т. к. обзор с поверхности земли значительно хуже, чем с воздуха, а объезд полей занимает длительное время. Предприятиями были оперативно внесены азотные удобрения, что позволило стабилизировать биомассу по всем участкам поля. В результате это позволило получить урожайность по всем рассматриваемым культурам выше среднего уровня по области и району;

4. Степень эффективности использования материально-технических ресурсов, в частности удобрений, техники, химикатов. Ее можно оценить путем сравнения стандартных показателей агротехнического уровня растениеводства (число гектаров пашни на один трактор, внесение минеральных удобрений на 1 гектар и т. п.), показателей урожайности кон-

кретного хозяйства со средними значениями по муниципальному району, региону (это позволит нивелировать влияние погодных условий, бонитета почв). Если сельскохозяйственное предприятие при более высокой ресурсоемкости имеет такую же или более низкую урожайность, следовательно, техника и средства химизации используются недостаточно эффективно. Существует высокая потребность в цифровых технологиях. Как отмечалось выше, одно из их основных преимуществ – повышение отдачи от каждой единицы ресурса за счет точного применения.

Наличие объективных потребностей сельскохозяйственного предприятия в использовании цифровых технологий создает предпосылки к реализации проектов цифровизации. Но это не является необходимым и достаточным условием. Для осуществления цифровизации нужен также определенный уровень готовности (финансовой, организационной, кадровой и т. д.), который можно охарактеризовать как «потенциал готовности к внедрению цифровых технологий».

Оценку данного потенциала, определяющего готовность предприятия растениеводства к внедрению цифровых технологий, предлагается выполнять по следующим показателям (табл. 1). Данные показатели отражают несколько характеристик: инвестиционный потенциал предприятия, наличие кадрового потенциала, заинтересованность в цифровизации, опыт и заинтересованность в реализации совместных проектов, уровень инновационной активности.

Для того чтобы отнести конкретное сельскохозяйственное предприятие к «первой волне» цифровизации растениеводства в регионе, необходимо одновременное выполнение двух условий:

- наличие одного или нескольких критериев, определяющих потребность во внедрении цифровых технологий;
- достижение показателей готовности к цифровизации, представленных в таблице 1.

Далее необходимо определение (подбор) приоритетных цифровых технологий для первоочередного внедрения из числа названных выше. На уровне отдельных хозяйств они могут быть уточнены путем непосредственных расчетов объемов текущих затрат, инвестиционных вложений и получаемого эффекта.

Следовательно, на уровне отдельного предприятия результатом реализации первого блока методики является определение целесообразности внедрения цифровых технологий в краткосрочной перспективе. На уровне отрасли в целом – выделение сельскохозяйственных предприятий, где цифровизация может дать наибольший эффект и целесообразна государственная поддержка.

Второй блок – оценка эффекта (результата) и эффективности (отношения эффекта к затратам) внедрения конкретной цифровой технологии. При этом целесообразно разграничивать эффект и эффективность в узком и широком смысле. Под эффективностью в узком смысле в исследовании понимается экономическая (коммерческая) эффективность для конкретного сельскохозяйственного предприятия. Она выражается в снижении затрат на производство продукции растениеводства, а также росте урожайности, выручки и итоговом увеличении прибыли.

В то же время необходимо учитывать эффективность цифровых технологий в широком смысле (публичную эффективность, эффективность для общества в целом). Это требование вытекает из парадигмы устойчивого развития сельского хозяйства и сельских территорий, заложенной в документах Организации Объединенных Наций. Она требует, чтобы рост производства сельскохозяйственной продукции не приводил к сокращению возможностей ее производства в будущем, сохранялось естественное плодородие почвы; снижался экологический ущерб. Важным аспектом устойчивого развития также является повышение качества жизни жителей села,

Таблица 1. Показатели готовности предприятия растениеводства к внедрению цифровых технологий

Table 1. Indicators of readiness of a plant growing enterprise for digital technologies

Наименование показателя	Обоснование использования	Критериальный уровень готовности
1. Отношение инвестиций в основной капитал к выручке, %	Отражает инвестиционный потенциал предприятия, его заинтересованность в развитии	Выше среднего по отрасли (в частности в Кемеровской области в 2018 г., 4,5 %).
2. Удельный вес сотрудников с профильным высшим образованием (сельскохозяйственное, техническое, информатика, экономика и управление), %	Характеризует кадровый потенциал предприятия, способность персонала к внедрению и использованию новых технологий, включая цифровые	Выше среднего по отрасли
3. Опыт участия в совместных проектах с другими организациями, т. е. совместная разовая деятельность по достижению поставленных совместных целей (соглашение о совместной деятельности, совместные закупки и т. д.), да/нет	Поскольку в большинстве случаев внедрение цифровых технологий предполагает совместную деятельность, требуется опыт участия в совместных проектах	Факт наличия
4. Выраженная собственниками, руководством сельскохозяйственного предприятия заинтересованность во внедрении цифровых технологий, да/нет	Принципиальная возможность и целесообразность внедрения цифровых технологий в условиях рыночной экономики определяется владельцами и менеджментом предприятия	Факт наличия

развитие местных сообществ, укрепление продовольственной безопасности и т. д. Исходя из этого, автором предлагается рассматривать следующие виды эффектов и эффективности от внедрения цифровых технологий растениеводства:

1. Технологический эффект формируется за счет снижения затрат на производство продукции, в частности сокращения расходов удобрений, ядохимикатов, издержек, связанных с работой сельскохозяйственной техники и т. п. Тогда технологическая эффективность внедрения цифровых технологий будет измеряться через сопоставление величин снижения затрат и расходов на саму цифровизацию;

2. Биологический эффект заключается в увеличении урожайности после внедрения цифровых технологий, по сравнению с предшествующим периодом (предыдущий сельскохозяйственный год до внедрения цифровых технологий) либо другими хозяйствами района, находящимися в схожих условиях. Соответственно, биологическая эффективность характеризуется отношением выручки, полученной за счет прироста урожайности, к затратам на внедрение цифровых технологий;

3. Экономическая эффективность – соотношение результатов и затрат внедрения цифровых технологий. Складывается как сумма биологической (урожайность) и технологической (затраты) эффективности. В узком смысле экономическая эффективность рассматривается как эффективность внедрения цифровых технологий на уровне конкретного предприятия;

4. Экологическая эффективность характеризует снижение экологического ущерба, вследствие сокращения воздействия на почвы, растения, воздух и воду, в соответствии с количественными оценками накопленного и ликвидируемого экологического ущерба. Сюда же следует отнести и эффект от сохранения и восстановления естественного плодородия почвы, который можно оценить на основе данных об изменении содержания питательных веществ и стоимости удобрений, необходимых для доведения их уровня до нормы;

5. Социальная эффективность, включающая влияние цифровых технологий на доходы работников отрасли и бюджетный эффект за счет изменения налогооблагаемой базы и изменения продовольственной безопасности благодаря росту урожайности и выпуска сельскохозяйственной продукции.

Экологическая и социальная эффективность характеризуют публичную эффективность внедрения цифровых технологий с позиции интересов жителей региона, достижения целей, влияющих на качество жизни. В ситуации ограниченной частной (коммерческой) эффективности наличие дополнительной публичной эффективности позволяет дополнительно обосновать решения либо о выделении государственной поддержки, либо о создании альтернативных организационных форм (например, соглашения о совместной деятельности, коллективное пользование техникой, методы использования ресурсов из общего пула и др.) для реализации проектов цифровизации.

Рассмотрим первоначально методические аспекты оценки частной эффективности для отдельного хозяйства, т. к. в настоящее время слабо изучены и не формализованы конкретные направления экономии вследствие цифровизации. Оценка технологической эффективности цифровизации должна учитывать: снижение абсолютного и удельного расхода минеральных удобрений; снижение расхода семян; снижение абсолютного и удельного расхода средств химизации (гербициды, инсектициды и др.); снижение расхода горюче-смазочных и расходных материалов для сельскохозяйственной техники; экономию времени работы сельскохозяйственной техники (нерациональное использование фонда рабочего времени, простои на холостых оборотах); сокращение затрат на фонд оплаты труда и отчислений на социальные нужды. Поэтому технологический эффект внедрения цифровых технологий на предприятии растениеводства предлагается рассчитывать по формулам (1, 2):

$$\Delta TЗ_{nl} = ПЛ_{nc} \times (\Delta Y + \Delta C + \Delta X) + \sum_{i=1}^n \Delta MЧ_i \Delta H_i + \Delta ФОТ \quad (1)$$

$$\Delta TЗ_{TH} = \frac{\Delta TЗ_{nl}}{BC_{nl}} \quad (2)$$

где $\Delta TЗ_{nl}$ – совокупный технологический эффект в расчете на хозяйство в целом, тыс руб.;

$ПЛ_{nc}$ – посевные площади на начало года, тыс га;

ΔY – уменьшение удельного расхода удобрений на 1 га, руб.;

ΔC – уменьшение удельного расхода семян на 1 га, руб.;

ΔX – уменьшение удельного расхода средств химизации на 1 га, руб.;

$\Delta MЧ_i$ – снижение количества машиночасов работы i -того вида техники, часов;

ΔH_i – изменение норматива стоимости 1 машиночаса работы i -того вида техники, тыс руб./час;

$\Delta ФОТ$ – изменение фонда оплаты труда, тыс руб.;

$\Delta TЗ_{nl}$ – совокупный технологический эффект в расчете на 1 тонну продукции (зерновых), руб.;

BC_{nl} – валовой сбор по плану на начало года (сезона), тонн.

Необходимо разграничивать влияние на экономику сельскохозяйственного предприятия двух разных видов эффективности – технологической в виде снижения затрат в абсолютном и относительном выражении и биологической, которая находит отражение в повышении урожайности и, соответственно, приросте выручки. Рост урожайности даже при сокращении объемов материально-технических ресурсов при применении цифровых технологий точного земледелия достигается за счет более быстрых и правильных агротехнологических решений. Это вторая компонента экономического эффекта цифровизации.

Поскольку в простейшем случае эффект от роста урожайности представляет собой произведение рыночных цен на увеличение объемов производства и продаж сельскохозяйственной продукции, по сравнению с исходным уровнем, он может быть рассчитан по формуле (3):

$$\Delta D = \sum_{i=1}^n \Delta V_i C_i \quad (3)$$

где ΔD – изменение дохода сельскохозяйственного предприятия при внедрении цифровых технологий, тыс руб.;

ΔV_i – изменение удельной урожайности i -той культуры, тонн на га;

C_i – ожидаемая (прогнозная) цена на i -тую культуру, тыс руб./тонну.

Комбинация биологического и технологического эффектов, которые при использовании цифровых технологий проявляются, как правило одновременно, позволяет оценить непосредственный экономический эффект и эффективность цифровизации. В обобщенном виде суммарный экономический эффект может быть записан как (4):

$$\Delta OPr = (TZ^0 - TZ^1) + (D^1 - D^0) \quad (4)$$

где ΔOPr – изменение (прирост) операционной прибыли предприятия растениеводства после внедрения цифровых технологий, тыс руб.;

TZ^0 – текущие затраты предприятия растениеводства до внедрения цифровых технологий, тыс руб.;

TZ^1 – текущие затраты предприятия растениеводства после внедрения цифровых технологий, тыс руб.;

D^1 – доход предприятия растениеводства после внедрения цифровых технологий, тыс руб.;

D^0 – доход предприятия растениеводства до внедрения цифровых технологий, тыс руб.

Данный экономический эффект характеризует суммарное изменение прибыли от операционной (основной) деятельности предприятия растениеводства. Следует иметь в виду, что внедрение цифровых технологий влечет дополнительные текущие затраты и инвестиционные вложения. От этого зависит подход к оценке экономической эффективности, т. е. соотношения эффекта и затрат. В случае, если затраты на внедрение цифровых технологий относятся к категории текущих, т. е. списываются на себестоимость в течение периода, то основным методическим приемом будет сопоставление изменения прибыли и дополнительных затрат. Для полной оценки необходимо рассчитывать абсолютное и относительное соотношение (формулы 5–7):

$$\Delta Pr^{abc} = \Delta OPr - Z_{тек}^{um} \quad (5)$$

где ΔPr^{abc} – абсолютное изменение прибыли предприятия растениеводства после внедрения цифровых технологий, тыс руб.;

$Z_{тек}^{um}$ – суммарные текущие затраты предприятия растениеводства на внедрение цифровых технологий в текущем году, тыс руб.

Окупаемость затрат на внедрение цифровых технологий OZ^{um} предлагается определять по формуле (6):

$$OZ^{um} = \frac{\Delta Pr^{abc}}{Z_{тек}^{um}} \quad (6)$$

Рентабельность внедрения цифровых технологий P^{um} предлагается определять по формуле (7):

$$P^{um} = \frac{\Delta Pr^{abc}}{PZ_{полн}} \quad (7)$$

где $PZ_{полн}$ – полные производственные затраты сельскохозяйственного предприятия, тыс руб.

В целом показатели (5–7) дают достаточно полную оценку эффективности внедрения цифровых технологий по мероприятиям, не предполагающим инвестиций в основной капитал. При этом в состав текущих затрат входят следующие статьи: оплата цифровых услуг, аренда техники, пользование программным обеспечением и системами поддержки принятия решений.

Другая часть мероприятий по внедрению цифровых технологий требует оценки в рамках методологии инвестиционных проектов. В этом случае речь идет о капитальных вложениях, окупаемых в течение ряда лет за счет чистого денежного потока. Для этого предлагается использовать традиционный инструментальный инвестиционный анализ. Практически все его показатели базируются на сопоставлении первоначальных инвестиций с чистым денежным потоком от реализации проекта, компонентами которого являются чистая прибыль и амортизационные отчисления. Таким образом, необходимо уточнить величины прибыли и амортизационных отчислений, образующих в совокупности чистый денежный поток. Если инвестиционные вложения (капитальные затраты) рассчитываются методом прямого счета достаточно точно, то разграничить прирост прибыли за счет текущих затрат или же инвестиционных вложений в цифровые технологии довольно сложно.

Для дифференциации прироста прибыли от текущих затрат и инвестиций автором, с учетом объективной необходимости стимулирования инвестиционной активности в отрасли и в экономике России в целом предлагается следующее методическое решение. Для определения эффективности текущих затрат на цифровые технологии сравниваются величины изменения прибыли и текущих затрат на цифровые технологии. Когда достигается значение показателя окупаемости затрат (6) больше единицы, то оставшаяся часть прироста прибыли (наряду с амортизацией) включается в состав чистого денежного потока, окупающего инвестиционные вложения.

При этом, по имеющемуся опыту реализации проектов цифровизации на 4 сельскохозяйственных предприятиях Гурьевского и Промышленновского муниципальных районов Кемеровской области в рамках текущих мероприятий, уже достигается снижение себестоимости на 7–10 % при сохранении, как минимум, исходной урожайности. При этом данное снижение себестоимости окупает текущие затраты (табл. 2).

Поэтому для стимулирования инвестиционной активности в рамках авторской методики предлагается условно, с учетом высказанных ранее содержательных соображений относить на эффект от текущих затрат 10 % от достигнутого снижения себестоимости (текущих затрат) и 5 % эффекта от прироста урожайности. Это соответствует известному на сегодняшний день эффекту от текущих мероприятий по цифровизации. Если данный эффект выше, то это результат уже реализации инвестиционных проектов. Поэтому остальная часть прироста операционной прибыли

Таблица 2. Влияние внедрения цифровых технологий на себестоимость выращивания ячменя (усредненное по 4 сельскохозяйственным предприятиям Гурьевского и Промышленновского муниципальных районов Кемеровской области, 2017 г.)

Table 2. Effect of digital technologies on the cost of barley (averaged according to the results obtained from four agricultural enterprises of the Guryevsk and Promyshlennovsk municipal districts of the Kemerovo region, 2017)

Статьи затрат	Базовый вариант (до использования цифровых технологий)		После реализации проекта		Экономия	
	На весь объем производства, тыс руб.	На 1 т ячменя, руб.	На весь объем производства, тыс руб.	На 1 т ячменя, руб.	На весь объем производства, тыс руб.	На 1 т ячменя, руб.
Арендная плата, лизинг техники	3203	278,00	3203	268,26	0	9,74
Оплата труда с начислениями	19895	1727,00	18000	1507,54	1895	219,46
Горюче-смазочные материалы	10886	945,00	7895	661,22	2991	283,78
Сырье, материалы, комплектующие	45573	3956,00	38375	3213,99	7198	742,01
в т. ч. семена	13824	1200,00	12612	1056,28	1212	143,72
пестициды	13202	1146,00	9863	826,05	3339	319,95
удобрения	18547	1610,00	15900	1331,66	2647	278,34
Налоги, включаемые в себестоимость сельскохозяйственной продукции	641	55,67	641	53,69	0	1,98
Амортизационные отчисления	4955	430,12	4955	414,99	0	15,13
Прочие затраты (в т. ч. общепроизводствен- ные, общехозяйственные)	23558	2045,00	23558	1973,03	0	71,97
Затраты исходные без учета использования цифровых технологий	108816	9445,79	96627	8092,71	12189	1353,08
Обследование с использованием беспилот- ных летательных аппаратов	0	0,00	750	62,81	-750	-62,81
Инжиниринговые услуги	0	0,00	250	20,94	-250	-20,94
Всего затрат	108816	9445,79	97727	8184,84	11089	1260,95

будет относиться к чистому денежному потоку, окупающему инвестиционные вложения.

Следовательно, при осуществлении инвестиций в основной капитал, наряду с текущими затратами на цифровизацию и экономическую эффективность, предлагается оценивать по следующим формулам. Для определения окупаемости текущих затрат $OZ_{тек}^{ум}$ (отдача от текущих вложений в цифровые технологии на 1 руб. затрат) используется формула (8):

$$OZ_{тек}^{ум} = \frac{0,1(TZ^0 - TZ^1) + 0,05(D^1 - D^0)}{Z_{тек}^{ум}} \quad (8)$$

Величина $OZ_{тек}^{ум}$ показывает, сколько рублей дополнительной операционной прибыли в течение года получает предприятие растениеводства на 1 рубль текущих затрат по цифровизации.

Чистый денежный поток, полученный за счет инвестиционных вложений во внедрение цифровых технологий $ЧДП_{ин}$, будет рассчитываться по формуле (9):

$$ЧДП_{ин} = 0,90(TZ^0 - TZ^1) + 0,95(D^1 - D^0) + A_{ин}^{oc} \quad (9)$$

где $A_{ин}^{oc}$ – амортизационные отчисления по основным средствам, приобретенным для реализации проектов внедрения цифровых технологий, тыс руб.

Данное значение чистого денежного потока будет использоваться для оценки эффективности проектов внедрения цифровых технологий с инвестициями в основной капитал на основе традиционных показателей (индекс прибыльности, чистая текущая стоимость проекта и т. д.).

Рассмотрим далее оценку публичной эффективности цифровых технологий в растениеводстве, в первую очередь – экологической. Экологический эффект внедрения цифровых технологий складывается из следующих компонентов: снижение химического загрязнения почв и воздуха удобрениями, ядохимикатами; снижение выбросов парниковых газов; снижение выбросов от работы двигателей внутреннего сгорания сельскохозяйственной техники; снижение некомпенсируемого выноса питательных веществ.

Дать исчерпывающую стоимостную оценку всем этим категориям экономического ущерба в настоящее время нельзя потому, что не в полной мере разработаны количественные оценки экологического вреда по различным загрязняющим веществам, а именно пестицидам. Имеющиеся методические и научные разработки посвящены преимущественно оценке ущерба от вновь допущенного загрязнения земель через снижение урожайности и от изъятия земель. Кроме того, для оценки ущерба предполагается использование величины полных затрат на восстановление, что практически никогда не встречается на практике.

В работе О. В. Ударцевой получен ряд экономических оценок снижения экологического ущерба, благодаря сокращению использования пестицидов, в частности при сокращении их использования на 13 % наблюдается предотвращенный ущерб в размере 187,5 тыс руб. на 1000 га [9]. Данный показатель может быть принят в качестве ориентира, поскольку снижение внесения пестицидов при использовании

цифровых технологий точного земледелия на первом этапе оценивается минимум в 10–15 %. Что касается парниковых газов, то в качестве оценки целесообразно принять современную ставку на тонну CO₂ в Европейском союзе (около 22 евро или около 1560 руб.). Вред от использования двигателя внутреннего сгорания как продуцента выброса твердых и газообразных загрязняющих веществ может быть принят как ущерб от единицы топлива в зависимости от места сжигания. Для сельскохозяйственных территорий он оценивается как 430 руб. на тонну бензина и 410 руб. на тонну дизельного топлива (с учетом дефляторов) [10, 11].

Ущерб от сокращения выноса питательных веществ может быть оценен следующим образом. Как известно, существуют нормативы содержания питательных веществ в почве в рамках системы земледелия региона под различные культуры. В большинстве случаев фактическое содержание питательных веществ ниже. Следовательно, доведение до нормы потребует внесения определенного объема удобрений с примерно известными ценами. Тогда оценка эффекта от использования цифровых технологий для удобрения пашни включает определение содержания питательных веществ «до» и «после», а затем расчет оптимального количества удобрений для компенсации дефицита.

Таким образом, измеримая в стоимостном выражении часть экологического эффекта от внедрения цифровых технологий растениеводства \mathcal{E}_{cm} может быть определена по формуле (10):

$$\mathcal{E}_{cm} = 1,56 \cdot \Delta B_{nz} + 0,43 \cdot \Delta B + 0,41 \cdot \Delta DT + 180 \cdot ПЛ + \sum_{i=1}^n C_i \cdot СПВ_j \cdot \Delta ДПВ_j \quad (10)$$

где ΔB_{nz} – снижение выбросов парниковых газов при переходе на цифровые технологии земледелия, тонн;
 ΔB – уменьшение массы сожженного бензина, тонн;
 ΔDT – уменьшение массы сожженного дизельного топлива, тонн;

$ПЛ$ – площадь обрабатываемых с использованием цифровых технологий земель, тыс га;

C_i – цена i -того вида удобрений, тыс руб. за 1 тонну;

$СПВ_j$ – содержание j -того питательного вещества в i -том виде удобрений, долей единицы;

$\Delta ДПВ_j$ – изменение дефицита j -того питательного вещества после перехода к цифровым технологиям земледелия, тонн.

Данная оценка показывает наиболее значимую величину снижения экологического ущерба благодаря снижению воздействия на окружающую среду.

Что касается социальной эффективности внедрения цифровых технологий, то в качестве основных прямых эффектов необходимо рассматривать: увеличение налогооблагаемой базы и поступлений в бюджетную систему; рост самообеспеченности страны (региона) продовольствием, повышение уровня продовольственной безопасности; развитие человеческих ресурсов, человеческого капитала сельского хозяйства (уровень компетенций, оплата труда, расширение сферы достойного труда). Остановимся на фискальном эффекте.

Для конкретных расчетов целесообразно рассматривать наиболее значимые виды налогов, уплачиваемые по виду экономической деятельности «Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях»:

1) налог на прибыль и единый сельскохозяйственный налог (ЕСХН) в связи с тем, что цифровизация обеспечивает увеличение прибыли сельскохозяйственного предприятия;

2) налог на добавленную стоимость (НДС), вследствие изменения выручки, обусловленной, как отмечалось ранее, приростом урожайности (обычно сельскохозяйственные организации пользуются возвратом НДС в силу отсутствия сырья и использованием льготной ставки по «выходному» НДС в размере 10 %, тогда как ресурсы приобретаются со ставкой 20 %);

3) налог на доходы физических лиц (НДФЛ), т. к. внедрение цифровых технологий обычно сокращает потребность в персонале и ведет к изменению фонда оплаты труда;

4) налог на имущество, в случае, если предприятие при внедрении цифровых технологий приобретает соответствующие активы

Можно предложить следующую формулу для приближенного расчета фискального эффекта цифровизации Φ_s^{CH} при использовании специальных налоговых режимов (11):

$$\Phi_s^{CH} = 0,06 \Delta ОПр + 0,1(D^1 - D^0) + 0,13 \Delta B_{фот} \quad (11)$$

где $\Delta ОПр$ – изменение (прирост) операционной прибыли предприятия растениеводства после внедрения цифровых технологий, тыс руб.;

D^1 – доход предприятия растениеводства после внедрения цифровых технологий, тыс руб.;

D^0 – доход предприятия растениеводства до внедрения цифровых технологий, тыс руб.

$\Delta B_{фот}$ – изменение выплат из фонда оплаты труда после внедрения цифровых технологий, тыс руб.

При использовании общей системы налогообложения предлагается использовать формулу (12):

$$\Phi_s^{OC} = 0,2 \Delta ОПр + 0,1(D^1 - D^0) + 0,13 \Delta B_{фот} + 0,022 \Delta OC_{um} \quad (12)$$

где ΔOC_{um} – прирост стоимости основных средств в связи с реализацией инвестиционных проектов по внедрению стоимости цифровых технологий, тыс руб.

В качестве примера приведем данные расчетов автора по фискальному эффекту от проекта цифровизации зернового подкластера Кемеровской области с использованием формул (11, 12) (табл. 3).

Как видно из данных таблицы 3, расчет по формулам (11, 12) дает величину непосредственного фискального эффекта, т. е. изменение величины поступлений в консолидированный и региональный бюджеты. Наряду с этим, существует мультипликативный эффект от внедрения цифровых технологий (в частности, создание новых рабочих мест, налогооблагаемой базы в смежных отраслях, обслужива-

Таблица 3. Фискальный эффект проекта цифровизации зернового подкластера Кемеровской области

Table 3. Fiscal effect of the digitalization project on the grain subcluster of the Kemerovo region

	Всего	При использова- нии специальных налоговых режимов	При использо- вании общей системы нало- гообложения	Поступление налогов	
				бюджет субъекта РФ и местный	федеральный
Изменение операционной прибыли участников проекта, тыс руб.	90628	63439	27189	–	–
Налоговый эффект от изменения операционной прибыли (налог на прибыль, ЕСХН), тыс руб.	9244	3806	5438	8428	816
Изменение дохода участников проекта, тыс руб.	56650	39655	16995	–	–
Налоговый эффект от изменения дохода участников проекта (НДС), тыс руб.	3683	1983	1700	–	3683
Изменение затрат на оплату труда, тыс руб.	–7604	–7604	–7604	–	–
Налоговый эффект от изменения фонда оплаты труда (НДФЛ), тыс руб.	–989	–989	–989	–841	–148

ющих цифровизацию), который в настоящее время недостаточно изучен и оценен. Тем не менее, если при оценке целесообразности и результативности государственной поддержки проектов цифровизации сельскохозяйственных предприятий учитывать также и фискальный эффект, это может стать дополнительным аргументом в пользу концентрации средств на внедрении цифровых технологий.

Выводы

При оценке эффективности внедрения цифровых технологий на предприятиях растениеводства необходимо определить потребность в них, потенциал готовности к внедрению, а также эффект и эффективность цифровизации. В соответствии с этой логикой разработана методика оценки эффективности, включающая определение потребностей предприятия растениеводства во внедрении цифровых технологий,

характеристику потенциала готовности к цифровизации, собственно оценку эффективности, что позволяет обосновывать управленческие решения. Выделен ряд видов эффективности – технологическая, биологическая, экономическая, экологическая и социальная, по каждой из которых предложены подходы и процедуры оценки. В целом анализ всех видов эффективности позволяет определить затраты и результаты внедрения цифровых технологий не только для одного сельскохозяйственного предприятия, но и региона. При этом следует учитывать наличие многообразных публичных эффектов, которые не всегда можно исчерпывающе оценить в количественном выражении, но благоприятно сказываются на развитии агропромышленного комплекса и территории в целом.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Козубенко, И. С. Точное земледелие и Интернет вещей / И. С. Козубенко // *Техника и оборудование для села*. – 2017. – № 11. – С. 46–48.
2. Кемеровская область: старые проблемы и новое будущее / А. Ю. Просеков, Е. А. Федулова, А. О. Рада [и др.] // *ЭКО*. – 2018. – Т. 533, № 11. – С. 47–62. DOI: <http://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2018-11-47-62>.
3. Дифференцированное внесение удобрений в точном земледелии / В. И. Балабанов, Е. В. Березовский, А. И. Беленков [и др.] // *Фермер. Поволжье*. – 2016. – Т. 44, № 2. – С. 61–63.
4. Храмов, И. Ф. Повышение конкурентоспособности зернового производства на основе ресурсосбережения в Западной Сибири / И. Ф. Храмов, Б. С. Кошелев // *Зерновое хозяйство России*. – 2015. – № 2. – С. 67–70.
5. О совершенствовании реализации агротехнологических решений в точном земледелии / В. П. Якушев, В. В. Якушев, А. В. Конев [и др.] // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. – 2018. – № 1. – С. 13–17.
6. Оборин, М. С. Технологии цифровой экономики в развитии сельского хозяйства / М. С. Оборин // *Друкерровский вестник*. – 2018. – № 2. – С. 68–72. DOI: <http://doi.org/10.17213/2312-6469-2018-2-68-72>.
7. Точное земледелие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин, В. Э. Буксман [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, 2015. – 376 с.
8. Якушев, В. П. Цифровые технологии точного земледелия в реализации приоритета «умное сельское хозяйство» России / В. П. Якушев // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. – 2019. – № 2. – С. 11–15. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/2/11-15>.
9. Ударцева, О. В. Повышение экологической безопасности технологического процесса внесения пестицидов в сельскохозяйственном производстве: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Ударцева Ольга Владимировна. – Барнаул, 2016. – 34 с.
10. Бакатин, Ю. П. Безопасность дорожных машин / Ю. П. Бакатин, С. В. Стеблецкий. – М. : Московский автомобильно-дорожный институт, 2009. – 66 с.


11. Голубева, А. С. Экологическая безопасность эксплуатации автотранспорта / А. С. Голубева, Е. Р. Магарил. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2015. – 26 с.

References

1. Kozubenko IS. Precision Farming and Internet of Things. Machinery and Equipment for Rural Area. 2017;(11):46–48. (In Russ.).
2. Prosekov AYu, Fedulova EA, Kononova SA, Rada AO, Alabina TA. Kemerovo Region-2035: Old Problems and a New Future. ECO Journal. 2018;533(11):47–62. (In Russ.). DOI: <http://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2018-11-47-62>.
3. Balabanov VI, Berezovskiy EV, Belenkov AI, Zhelezova SV. Differentsirovannoe vnesenie udobreniy v tochnom zemledelii [Differentiated fertilizer application in satellite farming]. Fermer. Povolzh'e [Farmer. Volga region]. 2016;44(2):61–63. (In Russ.).
4. Khramtsov IF, Koshelev BS. Improving of the competitiveness of grain production based on resource saving in Western Siberia. Grain Economy of Russia. 2015;(2):67–70. (In Russ.).
5. Yakushev VP, Yakushev VV, Konev AV, Matveenko DA, Chasovskih SV. About perfectioning of the agrotechnological solutions realization in the precision farming. Vestnik of the Russian agricultural science. 2018;(1):13–17. (In Russ.).
6. Oborin MS. Digital economy technologies in agriculture development. Drukerovskiy vestnik. 2018;(2):68–72. (In Russ.).
7. Truflyak EV, Trubilin EI, Buksman VEh, Sidorenko SM. Tochnoe zemledelie [Satellite farming]. Krasnodar: I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University; 2015. 376 p. (In Russ.).
8. Yakushev VP. Digital technologies of precision farming in implementation of smart farming priority of Russian. Vestnik of the Russian agricultural science. 2019;(2):11–15. (In Russ.).
9. Udartseva OV. Povyshenie ehkologicheskoy bezopasnosti tekhnologicheskogo protsessa vnesheniya pestitsidov v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve [Improving the environmental safety of the pesticide application process in agriculture]. Dr. eng. scfi. d.fiss. Barnaul: Polzunov Altai State Technical University; 2016. 34 p.
10. Bakatin YuP, Stebletskiy SV. Bezopasnost' dorozhnykh mashin [Road safety]. Moscow: Moscow Automobile and Road Construction State University; 2009. 66 p. (In Russ.).
11. Golubeva AS, Magaril ER. Ehkologicheskaya bezopasnost' ehkspluatatsii avtotransporta [Environmental safety of vehicle operation]. Ekaterinburg: Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yelsin; 2015. 26 p. (In Russ.).

Сведения об авторах


Рада Артём Олегович

аспирант кафедры финансов и кредита, Директор Центра компьютерного инжиниринга, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6, тел.: +7 (3842) 58-57-97, e-mail: radaartem@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-7678-8402>

Федулова Елена Анатольевна


д-р экон. наук, доцент, заведующая кафедрой финансов и кредита, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Красная, 6

Косинский Петр Дмитриевич

д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры гуманитарно-правовых дисциплин, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт», 650056, Россия, г. Кемерово, ул. Марковцева, 5
 <https://orcid.org/0000-0001-6396-2424>

Information about the authors


Artem O. Rada

Aspirant of the Department of Finance and Credit, Director of the Center for Computer Engineering, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia, phone: +7 (3842) 58-57-97, e-mail: radaartem@mail.ru
 <https://orcid.org/0000-0001-7678-8402>

Elena A. Fedulova

Dr.Sci.(Econ.), Associate Professor, Head of the Department of Finance and Credit, Kemerovo State University, 6, Krasnaya Str., Kemerovo, 650000, Russia

Petr D. Kosinskiy

Dr.Sci.(Econ.), Associate Professor, Professor of the Department of Humanitarian and Legal Disciplines, Kemerovo State Agricultural Institute, 5, Markovtseva Str., Kemerovo, 650056, Russia
 <https://orcid.org/0000-0001-6396-2424>

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал «Техника и технология пищевых производств (Food Processing: Techniques and Technology)» предназначен для публикации статей, посвященных проблемам пищевой и смежных отраслей промышленности.

Статья должна отвечать профилю журнала, обладать научной новизной, публиковаться впервые.

Рукопись научной статьи, поступившая в редакцию журнала «Техника и технология пищевых производств (Food Processing: Techniques and Technology)», рассматривается ответственным за выпуск на предмет соответствия профилю журнала, требованиям к оформлению, проверяется оригинальность представленного текста в системе «Антиплагиат» (оригинальность рукописи опубликованной в Журнале должна составлять не менее 85 %), регистрируется.

В журнале публикуются только рукописи, текст которых рекомендован рецензентами.

Редакция организует «двухстороннее слепое» (анонимное) рецензирование представленных рукописей с целью их экспертной оценки. Выбор рецензента осуществляется решением главного редактора или его заместителя. Для проведения рецензирования рукописей статей в качестве рецензентов могут привлекаться как члены редакционной коллегии журнала «Техника и технология пищевых производств (Food Processing: Techniques and Technology)», так и высококвалифицированные ученые и специалисты других организаций и предприятий, обладающие глубокими профессиональными знаниями и опытом работы по конкретному научному направлению, как правило, доктора наук, профессора. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи.

Рецензенты уведомляются о том, что присланные им рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. Рецензентам не разрешается делать копии статей для своих нужд. Рецензирование проводится конфиденциально. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.

Срок рассмотрения статьи не должен превышать трех месяцев со дня получения статьи на рецензирование.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Объем статьи должен быть 5–7 страниц (не включая аннотации и списки литературы на русском и английском языках). Объем обзорной рукописи не ограничен.

Оформление текста (форматирование): поля по 20 мм, одинарный интервал без переносов, лишних пробелов и абзацных интервалов, шрифт Times New Roman, 10 кегль. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Графики, диаграммы и т. п. (желательно цветные), созданные средствами Microsoft Office и Corel Draw, должны допускать возможность редактирования и направляются в редакцию отдельными файлами в форматах tiff, jpeg, cdr, excel.

Каждая таблица, график, диаграмма и т. п. должны иметь заголовки и порядковые номера, в тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую из них.

Структура статьи:

1. Индекс УДК
2. Название статьи
3. Инициалы и фамилии всех авторов
4. Официальное полное название учреждения
5. E-mail автора, с которым следует вести переписку
6. Аннотация
7. Ключевые слова
8. Текст статьи (обязательные разделы: «Введение», «Объекты и методы исследований», «Результаты и их обсуждение», «Выводы»)
9. Конфликт интересов
10. Благодарности

Оригиналы рецензий хранятся в издательстве и в редакции издания в течение пяти лет со дня публикации статей.

Если в рецензии на статью имеется указание на необходимость ее исправления, то статья направляется автору на доработку.

Если статья по рекомендации рецензента подверглась значительной авторской переработке, она направляется на повторное рецензирование тому же рецензенту, который сделал критические замечания.

Редакция оставляет за собой право отклонения статей в случае неспособности или нежелания автора учесть пожелания редакции.

При наличии отрицательных рецензий на рукопись от двух разных рецензентов или одной рецензии на ее доработанный вариант статья отклоняется от публикации без рассмотрения другими членами редколлегии. Автору не принятой к публикации статьи ответственный за выпуск направляет мотивированный отказ. Фамилия рецензента может быть сообщена автору лишь с согласия рецензента.

Решение о возможности публикации после рецензирования принимается главным редактором, а при необходимости – редколлегией в целом.

Редакция журнала направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации при поступлении в редакцию издания соответствующего запроса.

Редакция журнала не хранит рукописи, не принятые к печати. Рукописи, принятые к публикации, не возвращаются. Рукописи, получившие отрицательный результат от рецензента, не публикуются и также не возвращаются обратно автору.

Рукописи печатаются, как правило, в порядке очередности их поступления в редакцию. В исключительных случаях, редакционная коллегия имеет право изменить очередность публикации статей.

Все материалы журнала «Техника и технология пищевых производств (Food Processing: Techniques and Technology)» распространяются на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

11. Финансирование

12. Список литературы

13. Список литературы (References)

14. Сведения об авторах (на русском и английском языках).

Подать рукопись можно на сайте журнала <http://fptt.ru> или отправив на e-mail fptt98@gmail.com

В редакцию предоставляются:

1. Электронная версия статьи в программе MSWord. Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько документов;
2. Сканированная электронная версия статьи, подписанная всеми авторами, в программе PDF. Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – ПетровГП.pdf. Не допускается в одном файле помещать несколько документов;
3. Гарантийное письмо (скан-копия) на имя главного редактора журнала на бланке направляющей организации с указанием даты регистрации и исходящего номера, с заключением об актуальности работы и рекомендациями к опубликованию, с подписью руководителя учреждения.
4. Издательский лицензионный договор.

Более подробная информация на сайте журнала «Техника и технология пищевых производств (Food Processing: Techniques and Technology)» <http://fptt.ru>.

СОДЕРЖАНИЕ

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ

Каширских Е. В., Бабич О. О., Кригер О. В., Иванова С. А. Особенности использования белкового концентрата из зерен овса в технологии получения творожного продукта для спортивного питания 345

Сергеева И. Ю., Райник В. С., Марков А. С., Вечтомова Е. А. Теоретические аспекты формирования состава напитка для профилактического питания 356

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Стаценко Е. С. Разработка технологии пищевой добавки на основе соевого сырья биотехнологической модификации 367

ПРОЦЕССЫ, ОБОРУДОВАНИЕ

И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Гербер Ю. Б., Гаврилов А. В. Обоснование параметров механической обработки молока при производстве кисломолочных продуктов 375

Неверов Е. Н., Коротких П. С. Исследование процесса теплообмена при охлаждении форели с применением диоксида углерода 383

Пискаева А. И., Бабич О. О., Янг Йонг. Анализ эффективности и подбор параметров распылительной сушки гидролизатов перопуховых отходов 390

СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ,

КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ

Кондратьев Н. Б., Федорко К. В., Крылова Э. Н., Пестерев М. А., Осипов М. В. К вопросу оценки факторов сохранности пряников с фруктовой начинкой 397

Крapiва Т. В., Уржумова А. И., Алисова О. А., Килина И. А. Особенности товародвижения на предприятиях общественного питания 406

Мистенева С. Ю., Солдатова Е. А., Щербакова Н. А., Герасимов Т. В., Талейсник М. А. Основные аспекты создания специализированных кондитерских изделий для питания детей дошкольного и школьного возраста 413

ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Вобликова Т. В., Садовой В. В., Барыбина Л. И. Трансформация жирнокислотного профиля при созревании сыра камамбер из овечьего молока 423

Голубева Л. В., Пожидаева Е. А. Изучение функционально-технологических свойств сиропа сахарного сорго и его использование в технологии мороженого 431

Гусейнова Б. М., Ашурбекова Ф. А., Даудова Т. И. Разработка рецептур и изучение пищевой ценности новых видов многокомпонентных фруктово-ягодных наливок 438

Оразов А., Надточий Л. А., Сафронова А. В. Оценка биологической ценности молока сельскохозяйственных животных 447

Смирнов С. О., Фазуллина О. Ф. Использование нетрадиционного сырья в производстве макаронных изделий повышенной пищевой ценности 454

Зайцева И. И., Шеламова С. А., Дерканосова Н. М. Влияние выжимок из тыквы на процесс ферментации теста для крекера 470

ЭКОНОМИКА

Бычкова С. М., Жидкова Е. А., Андреева О. О. Инновационные технологии для использования контроллинга 479

Павлов И. Н., Ревякина Е. С., Елесина В. В. Маркетинговое исследование рынка бутилированной питьевой воды 487

Рада А. О., Федулова Е. А., Косинский П. Д. Разработка методики оценки эффективности внедрения цифровых технологий в агропромышленном комплексе 495

CONTENTS

FOOD HYGIENE

Kashirskih E.V., Babich O.O., Kriger O.V., Ivanova S.A. Oat Protein Concentrate As Part of Curd Product for Sport Nutrition 345

Sergeeva I.Yu., Rainik V.S., Markov A.S., Vechtomova E.A. Beverage Composition for Preventive Nutrition: Theoretical Approach 356

BIOTECHNOLOGY

Statsenko E.S. Beverage Composition for Preventive Nutrition: Theoretical Approach 367

FOOD PRODUCTION PROCESSING AND EQUIPMENT

Gerber Yu.B., Gavrilov A.V. Machine Processing of Milk in Dairy Production 375

Neverov E.N., Korotkih P.S. The Method of Carbon-Dioxide Recovery in Fish-Processing Industry 383

Piskaeva A.I., Babich O.O., Yang Yong Impact Analysis and Selection of Spray Drying Parameters for Dawn and Feather Protein Hydrolysates 390

FOOD STANDARDIZATION, CERTIFICATION, QUALITY AND SAFETY

Kondratyev N.B., Fedorko K.V., Krylova E.N., Pesterev M.A., Osipov M.V. Gingerbread with Fruit Filling: Preservation Factor Assessment 397

Krapiva T.V., Urzhumova A.I., Alisova O.A., Kilina I.A. Oat Protein Concentrate As Part of Curd Product for Sport Nutrition 406

Misteneva S.Yu., Soldatova E.A., Shcherbakova N.A., Gerasimov

T.V., Taleysnik M.A. Basics of Specialized Confectionery Products for Preschoolers and Schoolchildren 413

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

Voblikova T.V., Sadovoy V.V., Barybina L.I. Sheep's Milk Camembert Ripening: Transformation of Fatty-Acid Profile 423
Golubeva L.V., Pozhidaeva E.A. Functional and Technological Properties of Sorghum Syrup and Its Use in Ice Cream Technology 431

Guseinova B.M., Ashurbekova F.A., Daudova T.I. Formulations and Nutrition Value of New Multicomponent Fruit and Berry Liqueurs 438

Orazov A., Nadtochii L.A., Safronova A.V. Assessing the Biological Value of Milk Obtained from Various Farm Animals 447

Smirnov S.O., Fazullina O.F. Non-Traditional Raw Materials in Pasta Production of High Nutrition Value 454

Zaitseva I.I., Shelamova S.A., Derkanosova N.M. Effect of Pumpkin Husks on Cracker Dough Fermentation 470

ECONOMICS

Bychkova S.M., Zhidkova E.A., Andreeva O.O. Innovative controlling technologies 479

Pavlov I.N., Revyakina E.S., Elesina V.V. Market Research of Bottled Drinking Water 487

Rada A.O., Fedulova E.A., Kosinsky P.D. New Method for Efficiency Evaluation of Digital Technologies in Agricultural Sector 495