



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ

Материалы XII Международной
научно-практической конференции
(Екатеринбург, 22–23 апреля 2025 г.)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики
и охраны здоровья рабочих промпредприятий Роспотребнадзора
Уральский государственный экономический университет

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ

М а т е р и а л ы
XII Международной научно-практической конференции
(Екатеринбург, 22–23 апреля 2025 г.)

Екатеринбург
2025

УДК 664+642
ББК 65.304.25+36.99
И66

Ответственные за выпуск:

доктор технических наук, профессор
О. В. Чугунова
кандидат технических наук, доцент
В. А. Лазарев
кандидат медицинских наук, доцент
Т. В. Мажаева

Ответственный редактор

кандидат технических наук
А. В. Арисов

И66 **Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании** : материалы XII Международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 22–23 апреля 2025 г.) / ответственные за выпуск: О. В. Чугунова, В. А. Лазарев, Т. В. Мажаева ; ответственный редактор А. В. Арисов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий Роспотребнадзора, Уральский государственный экономический университет. – Екатеринбург : УрГЭУ, 2025. – 263 с.

ISBN 978-5-9656-0356-5

В сборнике отражены результаты научных исследований и практических разработок в сфере пищевой промышленности и общественного питания, качества и безопасности продовольственного сырья и продуктов питания, а также здоровьесберегающих технологий. Рассмотрены проблемы производства и переработки продовольственного сырья; раскрывается специфика инноваций в технологии и товароведении пищевой продукции, пищевых и биологически активных добавок и др.

В одном из разделов сборника представлены тезисы докладов секции «Питание и здоровье», проведенной в рамках Национального конгресса с международным участием «Здоровьесбережение и экономика» и X Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения» (Екатеринбург, 22–23 апреля 2025 г.).

Для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов старших курсов вузов, специализирующихся на исследовании проблем пищевой промышленности и общественного питания.

УДК 664+642
ББК 65.304.25+36.99

© Авторы, указанные в содержании, 2025
© Уральский государственный
экономический университет, 2025

Секция 1. Питание как фактор укрепления здоровья населения

О. Ю. Петров, К. А. Созонова

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

Оценка соевой окары как железосодержащего ингредиента в технологии функциональных продуктов

Аннотация. Соевая окара, получаемая как побочный продукт производства соевого молока, богата важными макро- и микроэлементами, включая высокое содержание двухвалентного железа. Исследование направлено на количественное определение содержания данного эссенциального микроэлемента в соевой окаре, которая является уникальным и единственным известным на сегодняшний день источником биологически доступного двухвалентного железа, играющего ключевую роль в обмене веществ и поддержании здоровья организма.

Ключевые слова: соевая окара; двухвалентное биодоступное железо; фотометрический метод; градуировочный график.

В современных условиях как в России, так и в других странах мира наблюдается значительный рост научных изысканий, направленных на обогащение пищевой продукции ценными нутриентами. Это связано с распространенной проблемой несбалансированного питания, которое нередко вызывает недостаток жизненно важных элементов в организме [4]. Особое внимание исследователей привлекает использование инновационных источников природных ингредиентов с высоким содержанием эссенциальных макро- и микроэлементов, а также полезных фитохимических соединений [5; 6]. В настоящее время отдельное внимание уделяется соевым продуктам и их переработке.

В условиях растущей популярности растительных аналогов молочной продукции особую значимость приобретает рациональное применение побочных продуктов соевого производства, в частности окары. Этот продукт переработки сои отличается высокой концентрацией полезных нутриентов, что делает его ценным ресурсом для различных отраслей [5]. Окара представляет собой влажную волокнистую массу с нейтральными органолептическими свойствами, что позволяет широко использовать ее как в пищевой индустрии, для обогащения продуктов пищевыми волокнами и белком, так и в сельском хозяйстве, в качестве кормовой добавки.

Многочисленные исследования показывают, что питательная ценность и физико-химические характеристики окары могут существенно варьироваться в зависимости от технологии предварительной обработки бобов, степени их измельчения, режимов термического воздействия, методов отделения жидкой фракции [7]. Таким образом, состав окары определяется как исходным составом соевых семян, так и технологией их переработки.

Соевая окара обладает низкой калорийностью, но при этом характеризуется значительным количеством пищевых волокон и высоким содержанием белка, который отличается высокой степенью усвояемости, что делает окару важным компонентом с точки зрения биологической ценности и принципов здорового питания. Высокое качество белка определяется богатым аминокислотным составом, куда входят 16 аминокислот, в том числе незаменимые. Также соевая окара способна удерживать значительное количество влаги благодаря высокой влагоудерживающей способности белков, которая составляет 8 г/г белка [1].

Жиры в соевой окаре представлены в основном полиненасыщенными жирными кислотами, такими как линолевая кислота. Эти кислоты важны для поддержания нормального функционирования клеточных мембран, синтеза гормонов и регуляции воспалительных процессов в организме. Однако содержание жиров в окаре относительно низкое по сравнению с цельными соевыми бобами, поскольку значительная часть липидов удаляется в процессе производства соевого молока. Тем не менее, оставшиеся жиры сохраняют свою биологическую ценность и могут способствовать усвоению жирорастворимых витаминов, содержащихся в окаре.

Пищевые волокна в соевой окаре составляют значительную часть ее химического состава и играют важную роль в питании. Они представлены преимущественно нерастворимыми углеводами, такими как целлюлоза и гемицеллюлоза, которые способствуют нормализации работы желудочно-кишечного тракта, улучшая перистальтику кишечника и способствуя профилактике запоров [2]. Благодаря своим свойствам, пищевые волокна соевой окары могут быть полезны для тех, кто стремится поддерживать здоровый образ жизни и сбалансированное питание (табл. 1).

Следует отметить, что на сегодняшний день соевая окара является единственным известным растительным источником двухвалентного биодоступного железа, содержание которого может достигать 11 мг, что в 20 раз превышает аналогичное в нежирном твороге [3].

Химический состав соевой окары¹

Показатель	Содержание
Основные пищевые вещества, г/100 г	
Белок	33,7
Жир	12,7
Углеводы	49,2
Минеральные вещества	4,4
Минеральные вещества, мг/100 г	
Железо	11
Кальций	260
Фосфор	396
Калий	1046
Магний	163

Соевая окара включает в себя разнообразные макро- и микроэлементы. Особо стоит выделить такие важные макроэлементы, как кальций, укрепляющий зубы и кости, магний, способствующий нормальному функционированию мышц и нервной системы. Концентрация полезных элементов в окаре существенно превышает их содержание в традиционных молочных продуктах – в среднем в 2–3 раза. Помимо этого, в ее состав входят цинк, марганец, медь и селен, которые выполняют ключевые функции в организме: нейтрализуют действие свободных радикалов, поддерживают метаболические процессы и усиливают антиоксидантную защиту. Особого внимания заслуживает высокий уровень калия – 1046 мг/100 г продукта, что в 10 раз больше, чем в молочной продукции [7]. Данный макроэлемент критически важен для регуляции водно-солевого баланса, работы сердечно-сосудистой системы и обеспечения нормального клеточного метаболизма.

Целью исследования являлась оценка соевой окары как железосодержащего ингредиента для определения возможности ее использования в технологии функциональных продуктов.

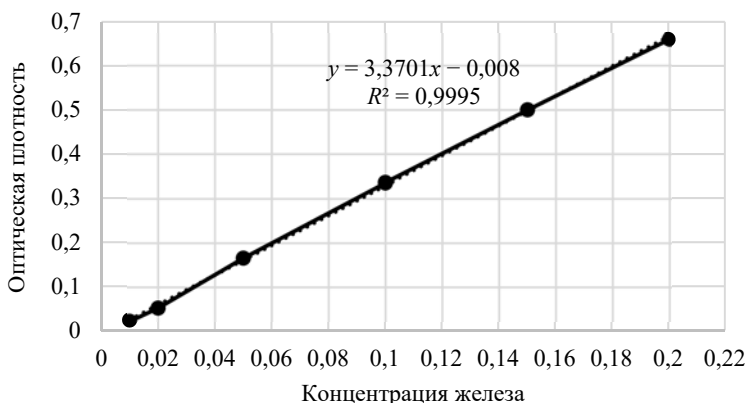
В соответствии с поставленной целью исследования объектом эксперимента являлась соевая окара, полученная при производстве соевого молока из бобов, выращенных в Орловской области.

Количественное определение железа проводили фотометрическим методом с использованием концентрационного фотоэлектрического колориметра КФК-2. Стандартные растворы готовили по ГОСТ 26928-86, ГОСТ 4011-72.

¹ Составлено по: [1].

Для установления градуировочной характеристики, отражающей связь между оптической плотностью раствора и массой железа в анализируемой пробе, использовали серию из 6 свежеприготовленных растворов с различной концентрацией данного микроэлемента. Измерения проводили относительно раствора сравнения при длине волны 400 нм, результаты представлены на рисунке и в табл. 2.

Обработка данных проводилась с помощью методов приложения *Excel 2013*. На основании данных, полученных при составлении градуировочной шкалы (см. рисунок), были рассчитаны концентрации железа в исследуемых образцах соевой окары в воздушно-сухом состоянии массой 4 г, данные представлены в табл. 3.



Градуировочный график зависимости оптической плотности стандартных растворов от концентрации железа

Т а б л и ц а 2

Градуировочная шкала показателей массовой доли железа в стандартных растворах

Оптическая плотность	Масса железа в стандартном растворе, мг
0,023	0,01
0,053	0,02
0,166	0,05
0,336	0,10
0,500	0,15
0,660	0,20

Определение содержания железа в исследуемых образцах

Показания спектрофотометра	Концентрация железа в навеске соевой окары, мг
0,842	0,249
0,809	0,240
0,804	0,239

Полученные результаты объективно отразили наличие железа в исследуемых образцах. Пересчетом было установлено, что содержание железа в соевой окаре составляет 6,1 мг/100 г. Полученные значения совпадают с литературными данными [1], что говорит о довольно высоком содержании данного эссенциального микроэлемента в окаре.

Таким образом, благодаря наличию железа в соевой окаре, она может использоваться в пищевой промышленности в качестве функционального ингредиента, что расширяет возможность создания инновационных продуктов для здорового питания, обогащенных качественным белком, пищевыми волокнами, макро- и микроэлементами, в том числе и двухвалентным биодоступным железом для профилактики железодефицитных состояний.

Библиографический список

1. *Биомодифицированная окара в производстве продуктов питания: монография* / А. А. Кузнецова, Н. Ю. Чеснокова, Л. В. Кушнаренко и др. – Владивосток: ДВФУ, 2023. – 89 с.
2. *Использование биомодифицированной соевой окары в технологии пищевой продукции* / А. А. Кузнецова, Т. Н. Слуцкая, Л. В. Лавочкина, Л. В. Кушнаренко // Пищевая промышленность. – 2014. – № 2. – С. 24–26.
3. Лукин А. А. Соевая окара – перспективная пищевая добавка для пищевой промышленности // Известия Дагестанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4. – С. 285–292.
4. *Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология: монография* / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова. – М.: АМН СССР, 1991. – 496 с.
5. Петрова С. Н., Максимова И. А. Определение токоферолов в соевой окаре методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 2 – С. 194–203.
6. *Потенциальные возможности промышленного получения изолята горохового белка* / Л. Н. Рождественская, П. С. Бикбулатов, О. В. Чугунова, Н. В. Заворохина // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 8 (209). – С. 130–139.
7. Садовой В. В., Самылина В. А. Соевая пищевая окара в композиционных рецептурах мясных изделий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2005. – Т. 284, № 1. – С. 46–48.

Исследование современного сырьевого рынка шоколадных изделий

Аннотация. В последние годы рынок сырьевых ресурсов для шоколадных изделий сталкивается с рядом вызовов, связанных с изменением потребительских предпочтений, колебаниями цен на сырье и экологическими требованиями. Эти факторы оказывают значительное влияние на производство шоколадных изделий, что и определило цель исследований – проведение аналитики текущего состояния и тенденций в этой области. Рынок сырьевых ресурсов представлен основными ингредиентами для производства шоколадных изделий: какао-бобы, сахар, молоко. Важно отметить, что глобальные экономические условия, включая изменения в торговых соглашениях и климатические изменения, также оказывают значительное влияние на доступность и стоимость сырья. Потребители становятся все более осведомленными о составе продуктов, что приводит к увеличению спроса на высококачественные и экологически чистые шоколадные изделия.

Ключевые слова: какао-бобы; сырье; шоколадные изделия; цены.

Шоколад является одним из самых популярных и востребованных товаров на рынке кондитерских изделий, составляя порядка 30–32 % российской кондитерской отрасли. Для стабильного развития данного рынка необходимо проведение тщательного анализа и прогноза развития отечественного рынка шоколада и его особенностей.

Рынок шоколада обладает широкой потребительской аудиторией разных возрастов и материального положения с четко выраженной сегментацией, выделяя премиальный, средний и эконом-сегмент. Главным фактором деления выступает цена продукции [4].

Согласно данным статистики по производству какао-бобов, в период с 2011 по 2022 г. наблюдалось увеличение урожайности и объемов готовой продукции с увеличением общемирового производства в 1,29 раз (с 4 553,618 до 5 874,582 млн т) благодаря росту уборочных площадей под какао-деревьями в 1,16 раза (с 10 252 360 до 11 939 436 га) и их урожайности в 1,11 раза (с 444,2 до 492,0 кг с га) [3].

На объемы производства какао-бобов, как и других видов продукции растениеводства, влияют сезонные погодные условия, уборочные площади под какао деревьями и их урожайность [8].

В 2024 г. мировые цены на какао-бобы выросли более чем в два раза и на торгах впервые превысили 12,9 тыс. долл. за 1 т, что обусловлено низкой урожайностью деревьев по причине плохих погодных условий и не оздоровления плантаций в Кот-д'Ивуар и Гане, на долю

которых приходится 60 % от общемирового производства. К серьезной причине можно отнести продажи контрабанды в Западной Африке. Было отмечено также сокращение какао-плантаций в Нигерии из-за пожаров, потеря урожая из-за затянувшейся засухи, массового заражения деревьев и др. Все это вызвало истощение запасов какао-бобов как у производителей какао-продуктов, так и на экспортном рынке [1].

В 2025 г. ожидается улучшение ситуации, однако цены в среднесрочной перспективе будут высокими в условиях растущего спроса. Тенденция к здоровому образу жизни – еще один ключевой фактор, стимулирующий развитие рынка шоколада. Темный шоколад, известный своими полезными свойствами, в том числе антиоксидантными, а также способностью улучшать здоровье сердца, приобрел значительную популярность.

Кроме того, рост электронной коммерции и онлайн-каналов розничной торговли значительно расширил доступность разнообразных шоколадных продуктов по всему миру, что поспособствовало увеличению объемов их производства [2].

Важнейшим фактором роста на рынке шоколада является растущая популярность среди потребителей премиальных и ремесленных шоколадных изделий. По мере того, как потребители становятся более разборчивыми и искушенными в своих вкусовых предпочтениях, растет спрос на высококачественный шоколад, изготовленный из какао-бобов, полученных из этичных источников, и с инновационными вкусами.

Рост популярности шоколада из какао-бобов одного происхождения и производства шоколада из какао-бобов также свидетельствует об этой тенденции. Потребители не только стремятся побаловать себя, но и интересуются историей продукта, в том числе методами его производства и мастерством. Этот переход к премиальному сегменту побуждает производителей инвестировать в высококачественные ингредиенты и экологичные методы производства, что, как ожидается, внесет значительный вклад в рост рынка [7].

Потребители все чаще выбирают шоколад с более высоким содержанием какао и низким содержанием сахара в рамках сбалансированной диеты. Использование функциональных ингредиентов, таких как орехи, семена и суперфуды, в шоколадных продуктах также набирает популярность, привлекая потребителей, заботящихся о своем здоровье и стремящихся к наслаждению и питательной ценности. Ожидается, что эта тенденция сохранится, и производители будут внедрять инновации, чтобы создавать более полезные, но при этом не уступающие по вкусовым характеристикам шоколадные изделия [5].

Технологические достижения в производстве и упаковке также играют важную роль в росте рынка. Инновации в технологиях обработки

позволяют производителям улучшать текстуру, вкус и срок хранения, повышая качество продукции в целом. Экологичные упаковочные решения набирают популярность в соответствии с растущим спросом потребителей на экологичные продукты.

Разработка упаковки, которая сохраняет свежесть без ущерба для окружающей среды, становится ключевым фактором, отличающим шоколадные бренды. Поскольку технологии продолжают развиваться, ожидается, что дальнейшие инновации повысят эффективность и привлекательность продукции, способствуя расширению рынка шоколада.

Региональный прогноз развития рынка шоколада показывает, что Европа занимает значительную долю рынка благодаря своим давним традициям и высокому уровню потребления. Северная Америка следует за ней по пятам, чему способствует растущий спрос на премиальный и органический шоколад [2].

В Азиатско-Тихоокеанском регионе прогнозируется самый быстрый рост, обусловленный увеличением располагаемых доходов, вестернизацией потребительских привычек и расширением сектора розничной торговли. В Латинской Америке, на Ближнем Востоке и в Африке, напротив, есть неиспользованный потенциал, поскольку осведомленность потребителей растет, а молодое население проявляет все больший интерес к шоколадным продуктам. Ожидается, что эта региональная динамика будет определять траекторию развития мирового рынка шоколада в течение прогнозируемого периода.

Рынок шоколада – это не только традиционные плитки и трюфели; инновационные продукты, такие как шоколад с начинкой, набирают популярность среди потребителей, которые ищут уникальные и изысканные вкусы. Это восхитительное лакомство сочетает в себе насыщенную кремовую текстуру шоколада с приятным хрустом печенья или вафли, создавая гармоничное сочетание, которое понравится как любителям шоколада, так и ценителям закусок [6].

По мере того как потребители продолжают экспериментировать с новыми вкусовыми сочетаниями и текстурами, спрос на такие инновационные продукты, как ожидается, будет расти. Производители привлекают выгоду из этой тенденции, экспериментируя с различными начинками и покрытиями и предлагая широкий ассортимент, чтобы удовлетворить разнообразные предпочтения потребителей. Растущий интерес к шоколадным сэндвичам отражает более широкую тенденцию к премиализации и персонализации на рынке шоколада, где потребители все чаще отдают предпочтение выбору продуктов, которые одновременно радуют и удивляют.

Библиографический список

1. Гаврилова Н. Г. Глобальный экспорт какао-бобов: факторы ценообразования и регулирование отрасли в Африке // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 5, № 10 (151). – С. 57–63.
2. Гусейнова А. И., Качалова С. М. Обзор рынка шоколада: тенденции и проблемы // Центральный научный вестник. – 2018. – Т. 3, № 9 (50). – С. 89–90.
3. Изменение производства какао-бобов в мире и в основных странах / Э. В. Бритик, Р. Р. Мухаметзянов, Д. Р. Черникова и др. // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сб. трудов XV Междунар. науч.-практ. конф. (Брянск, 14–15 марта 2024 г.). – Брянск: Брянский ГАУ. – 2024. – С. 325–330.
4. Казанцева С. Ю., Сизова Т. В. Тенденции на рынке кондитерских изделий // Лизинг. – 2023. – № 1. – С. 13–16.
5. Польшкова Н. Э. Рынок, потребительские предпочтения и оценка конкурентоспособности шоколада // Образование и наука без границ: фундаментальные и прикладные исследования. – 2019. – № 10. – С. 209–212.
6. Рыжакова А. В., Бабина О. А. Мировой рынок кондитерских изделий // Международная торговля и торговая политика. – 2017. – № 4 (12). – С. 59–74.
7. Рыжакова А. В., Головизнин И. В. Ключевые факторы, оказывающие влияние на развитие рынка шоколада // Международная торговля и торговая политика. – 2022. – Т. 8, № 3 (31). – С. 78–91.
8. Экономика сельского хозяйства: учебник / Н. Я. Коваленко, Ю. И. Агирбов, В. С. Сорокин и др. – М.: Юрайт. – 2021. – 406 с.

Л. Н. Рождественская^{1,2}, П. А. Решетникова²

¹ Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск;

² Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены, г. Новосибирск

Цели устойчивого здорового питания с позиций броматологии

Аннотация. Здоровое устойчивое питание является результатом прогресса в области научных исследований, посвященных питанию и пищевым продуктам. Весь комплекс инноваций, от персонализированного питания на основе генетических данных и использования искусственного интеллекта до проектирования и создания новых источников питательных веществ и разработки ресурсосберегающих «умных» упаковок, непосредственно связан с использованием в практике достижений броматологии. В статье рассмотрена актуальная информация по рассматриваемой области науки, а также описана ее роль в обеспечении устойчивого здорового питания.

Ключевые слова: устойчивое здоровое питание; броматология; пищевая наука.

В современном мире, с его глобальными пищевыми цепочками и растущими требованиями к устойчивому потреблению, к качеству и безопасности продуктов, сформировалось понятие устойчивого

здорового питания. Устойчивое здоровое питание – это такой рацион питания, который способствует всем аспектам здоровья и благополучия людей; не оказывает значительного давления на окружающую среду; является доступным, недорогим, безопасным и справедливым; а также приемлемым с культурной точки зрения [3]. Основными целями устойчивого здорового питания являются достижение оптимального роста и развития всех людей, поддержка функционирования и физического, психического и социального благополучия на всех этапах жизни нынешнего и будущих поколений; содействие предотвращению всех форм неполноценного питания (недостаточного питания, дефицита питательных микроэлементов, избыточного веса и ожирения); снижение риска связанных с питанием НИЗ; обеспечение сохранения биоразнообразия и здоровья планеты.

Активное развитие поисковых исследований, направленных на создание новых видов пищевых продуктов, соответствующих этим требованиям, сопровождается поиском решений на всех этапах разработки продукта и всех стадиях его жизненного цикла. Многодисциплинарность, проявляющаяся в подобных задачах, позволяет утверждать о необходимости актуализации места такой области научных знаний в области питания, как броматология. Эта наука переживает бурный расцвет и приобретает все большую популярность в последние годы, в связи с важностью выполняемых в продовольственном комплексе и связанных с ним системах задач.

Броматология – это область науки, направленная на исследование продуктов питания и их компонентов, включая их химический состав, пищевую ценность и физиологическое воздействие на организм человека, оценку потенциальных рисков для здоровья, связанных с определенными продуктами и их сочетанием с принимаемыми лекарственными препаратами (фармацевтическая броматология) [4]. Это направление науки опирается на широкий спектр дисциплин, таких как биохимия, микробиология и физиология, для понимания сложных взаимодействий между продуктами питания и организмом человека. Многие мировые университеты начали предлагать программы по броматологии, чтобы удовлетворить растущий спрос на специалистов в этой области, а в конце 2024 г. этой науке был посвящен специальный выпуск журнала *Nutrients*, – «*Bromatology*».

Броматологи, как эксперты в области пищевых наук, работают над обеспечением безопасности и качества пищевых продуктов от момента их разработки до конечного потребления. Это достигается путем осуществления сенсорного и инструментального анализа пищи, выявления потенциальных опасностей (токсины, загрязняющие вещества или аллергены), изучения пищевой и биологической ценности продуктов, подбора

вариантов упаковки и пролонгации сроков пищи, формирования рекомендации о наилучших способах поддержания здорового питания. Объектами деятельности броматолога являются традиционные продукты питания и рационы для человека, специализированные рационы, корма для животных и удобрения, нутрицевтики, пищевые добавки и премиксы, упаковочные материалы для пищевых продуктов, и пр.

В рамках данной работы нами была поставлена задача – обобщить актуальные тренды в самой броматологии и ее подобластях: разработке пищевых продуктов, пищевой инженерии, пищевой физиологии и пищевой безопасности (гигиене питания).

При разработке пищевых продуктов необходимо отметить два восходящих тренда: персонализацию и функциональность. Эти акценты диктуют новые задачи для броматологов, поскольку при разработке современных пищевых продуктов речь не идет об удовлетворении голода. В центре внимания – создание продуктов, учитывающих индивидуальные потребности организма: начиная от возраста, пола и уровня физической активности, заканчивая генетической предрасположенностью к заболеваниям и аллергии. Это требует глубокого понимания взаимодействия компонентов пищи с человеческим организмом на молекулярном уровне. Создание продуктов, обладающих доказанным положительным эффектом на здоровье, предполагает разработку функционального питания, обогащение продуктов питания витаминами и минералами с помощью кормов для животных и удобрений. Эти направления, позволяют бороться с дефицитом микронутриентов и повысить нутриентную плотность как отдельных продуктов и блюд, так и рационов в целом. Популярность альтернативных источников белка, обусловленная как ростом населения и изменением климата, так и стремительной трансформацией пищевых стереотипов, предполагает готовность к использованию в качестве сырья насекомых, водорослей, культивируемого мяса и пр. Броматология играет ключевую роль в оценке пищевой ценности и безопасности этих продуктов. Среди альтернатив белку животного происхождения – растительные аналоги, в том числе весь спектр продуктов переработки бобового сырья и злакоподобных (псевдозерновых) культур. Разработка веганских и вегетарианских продуктов, максимально приближенных по вкусу и текстуре к традиционным мясным и молочным продуктам, требует использования инновационных решений и компонент, а также глубокого понимания технологических процессов.

Для возможности реализации всего спектра задач, возникающих при разработке новых видов продукции, в свою очередь необходим симбиоз инструментов и методов, которые объединены пищевой химией, физикой и биологией.

Цель пищевой химии – изучение химического состава пищевых продуктов, их изменений в процессе производства, хранения и потребления [2]. Реализуется эта цель через анализ состава пищи, базирующийся на современных методах, позволяющих проводить высокоточные исследования, выявляя даже следовые количества компонентов [1]. Неотделимо от разработки новых видов продукции изучение химических и биохимических реакций, влияющих на качество и безопасность продуктов питания, предотвращение рисков образования в них токсинов и канцерогенов.

Пищевая физика фокусируется на физических свойствах пищевых продуктов, их структуре, текстуре и стабильности, а также поведении в процессе обработки, хранения и потребления [5].

Основные задачи включают:

- изучение реологических свойств (вязкости, текучести, эластичности), которые критически важны для оптимизации технологических процессов при создании продуктов с заданной консистенцией или структурой (например, для людей с дисфагией);
- исследование тепло- и массообмена путем определения параметров, влияющих на нагрев, охлаждение, высушивание и другие процессы обработки;
- разработку новых технологий и подбор параметров обработки, в т.ч. технологий, обеспечивающих сохранение качества и продление срока годности продуктов (например, высокотемпературная обработка, микроволновая или ультразвуковая обработка);
- разработку и оптимизацию упаковочных материалов, которые минимизируют потери влаги, предотвращают окисление и обеспечивают сохранность продуктов.

Пищевая физика объясняет термодинамику пищевых полимеров, принципы структурного проектирования, структурную иерархию и этапы структурирования пищевых продуктов, создавая фундамент для появления новых технологий структурного проектирования и методов измерения структуры. Понимание концепций свободного объема помогает изучать структурные изменения пищевых продуктов, манипулировать параметрами процесса и оптимальным количеством нутрицевтиков/ингредиентов, которые должны быть загружены в пищевую матрицу, что сокращает потери целевых ингредиентов при разработке пищевого продукта.

Пищевая биология исследует влияние биологических факторов на качество и безопасность пищевых продуктов. В круг задач входят:

- микробиология пищевых продуктов – изучение микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов и пищевые отравления, а также разработка методов их подавления;

- биохимия пищевых продуктов – изучение ферментативных процессов, влияющих на качество и безопасность продуктов;
- биотехнология от использования микроорганизмов для производства ферментов, пищевых добавок и других продуктов до биоконсервации (разработка методов консервации продуктов, основанных на использовании биологических агентов).

С учетом перечисленного, разработка продуктов непосредственно и органично перетекает во вторую подобласть броматологии – пищевую инженерию, в рамках которой разрабатываются машины и процессы, проектируются инновационные технологии и системы для производства, переработки, распределения и хранения продуктов питания и сельскохозяйственных материалов. К наиболее распространенным трендам этой области относятся: 3D-печать пищевых продуктов; сити-фермы, роботизация; получение и применение продуктов биосинтеза и биотрансформации ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений в сфере пищевого производства.

Третья подобласть броматологии пищевая физиология, по сути объединяет не только физиологию питания, но и нутрициологию, поскольку занимается изучением того, как пища влияет на организм человека на различных уровнях – от молекулярного до системного. К трендовым акцентам в данной области относятся изучение микробиома (влияние питания на состав и функции микробиоты кишечника, его роль в иммунитете, метаболизме и здоровье в целом); глюкорегуляция и метаболизм, включающие разработку стратегий питания для предупреждения и лечения сахарного диабета, ожирения и других метаболических нарушений; нейрогастроэнтерология, специализирующаяся на изучении связей между пищевым поведением, составом пищи и функциями головного мозга, включая настроение, когнитивные функции и психическое здоровье.

Еще одно направление броматологии, охватывает пищевую безопасность и управление рисками, а также различные направления коррелирующие с гигиеной питания и контролем качества и безопасности, включает в себя:

- разработку новых методов анализа для выявления микотоксинов, пестицидов, тяжелых металлов и других вредных веществ в составе пищевых продуктов;
- молекулярную диагностику пищевых патогенов;
- цифровизацию трассировки пищевых продуктов (*Track & Trace*), обеспечивающую прослеживаемость пищевых продуктов от производства до потребителя, позволяющих получать точные данные о цепочке поставок и быстро идентифицировать источники загрязнения и предотвращать вспышки пищевых отравлений.

В заключение необходимо отметить, что броматология играет все более важную роль в обеспечении устойчивого здорового питания. Активные исследования в области разработки функциональных продуктов, пищевой физиологии, пищевой инженерии и продовольственной безопасности обеспечивают развитие инновационных технологий, способствующих созданию здорового и безопасного питания для будущих поколений.

Библиографический список

1. *Обзор* инструментальных методов, используемых в области анализа пищевых продуктов / Л. Н. Рождественская, С. П. Романенко, И. О. Ломовский, А. П. Лачугин // Пищевые системы. – 2024. – № 7 (4). – С. 523–534.
2. *An Evaluation of the Concept of Food Chemistry, Nutrition and Health: Life Sciences-Health* / G. S. Belyaeva, B. B. Bidova, E. Yu. Rudenko et al. // International Journal of Life Science and Pharma Research. – 2022. – Vol. 12. – P. 21–25.
3. *Background paper on healthy diets* / S. Kumanyuka, A. Afshin, M. Arimond et al. // Sustainable healthy diets – Guiding principles. – Rome: FOA and WHO, 2019. – P. 17–20.
4. *Chiang V. Bromatology: What We Do and What We are About* // Journal of Food Science and Technology. – 2015. – No. 8. – P. 895–900.
5. *Mahajan P., Bera M., Prasad K. Food physics insight: the structural design of foods* // Journal of Food Science and Technology. – 2023. – No. 60 (6). – P. 1643–1655.

В. В. Редько-Богмер, Т. Н. Болашенко, П. Ю. Зайцева

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
г. Могилев, Республика Беларусь

Диетические подходы в профилактике метаболического синдрома

Аннотация. На основании системного анализа научных данных о профилактике метаболического синдрома определены приоритетные диетические стратегии, обладающие потенциальной пользой для здоровья человека. Установлен перечень продовольственного сырья и пищевых продуктов для разработки научно обоснованного рациона питания с учетом современных рекомендаций. Разработан рацион питания, выполнена оценка соответствия рациона питания диетическим компонентам показателя окислительного баланса, имеющего обратную связь с восприимчивостью к метаболическому синдрому, и базового индекса здорового питания.

Ключевые слова: метаболический синдром; индекс окислительного баланса; базовый индекс здорового питания; диета; интервальное голодание; ЛПНП-с; ЛПВП-с; резистентность к инсулину; уровень *HbA1c*.

Метаболический синдром связывают с нездоровыми моделями питания, малоподвижным образом жизни и рядом других факторов.

В развитых странах распространенность метаболического синдрома среди взрослого населения достигает 30 %. Лица с метаболическим синдромом страдают от ожирения, дислипидемии, гипертонии, повышенного уровня глюкозы крови натощак и инсулинорезистентности. С диетической точки зрения тяжесть метаболического синдрома связывают с дисбалансом в потреблении белков, насыщенных и трансжирных кислот, углеводов, а также продуктов из красного и переработанного мяса, спиртных алкогольных напитков и др. [4; 7].

Анализ результатов современных исследований по вопросам профилактики и улучшения качества жизни при метаболическом синдроме показывает положительный эффект растительных диет, средиземноморских диетических подходов к остановке гипертонии (*DASH*), средиземноморской диетической модели питания (*MedDiet*), диетических моделей с ограничением энергии и улучшением физической активности [4]. Диетические модели *MedDiet* и *DASH* способствуют снижению систолического и диастолического артериального давления, профилактики заболеваемости сахарным диабетом 2 типа, улучшению состояния при дислипидемии, уменьшению индекса массы тела и окружности талии, улучшению кардиометаболического профиля [8; 9]. Растительные диеты способствуют снижению систолического и диастолического артериального давления, массы тела, риска ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2 типа, смертности от всех причин [6]. Диеты с низким содержанием углеводов и диеты с очень низким содержанием углеводов (кетогенные диеты) способствуют поддержанию потери веса, снижению диастолического артериального давления, снижению уровня ЛПНП-с и триглицеридов, повышению уровня ЛПВП-с, улучшению резистентности к инсулину, снижению уровня *HbA1c* [5].

Диета с низким содержанием жиров способствует снижению систолического и диастолического артериального давления, краткосрочному улучшению профиля холестерина, потере веса, снижению риска смертности от всех причин [3], однако показывает противоречивые результаты по влиянию на распространенность метаболического синдрома [4]. Диета с высоким содержанием белка способствует снижению уровня триглицеридов [2]. Скандинавская диета способствует снижению систолического и диастолического артериального давления, повышению уровня ЛПВП-с [11]. Периодическое голодание способствует потере веса, улучшению резистентности к инсулину, улучшению при дислипидемии, снижению систолического и диастолического артериального давления, снижению риска сахарного диабета 2 типа и сердечно-сосудистых заболеваний [12].

Увеличение потребления ультраобработанных продуктов в составе ежедневных рационов питания связано с ухудшением кардиометаболических факторов риска у взрослых с метаболическим синдромом [10].

Современные рекомендации по профилактике и лечению метаболического синдрома включают ежедневное потребление продуктов, богатых клетчаткой, имеющих низкий гликемический индекс, рыбы и молочных продуктов, особенно йогурта, орехов, необработанных круп, бобовых и фруктов, замену насыщенных жирных кислот мононенасыщенными и полиненасыщенными, ограничение потребления свободных сахаров до уровня менее 10 % от общего потребления энергии.

Одной из основных стратегий лечения и контроля метаболического синдрома является совокупность изменений рациона питания и образа жизни, а не ограничение одного из питательных веществ. В связи с этим актуальное практическое значение имеет комбинирование терапевтического и нутрициологического подходов в профилактике метаболического синдрома.

На основании анализа и обобщения современных научных сведений о состоянии вопросов питания и улучшения состояния лиц с метаболическим синдромом нами был разработан экспериментальный рацион питания, в состав которого вошли следующие виды продовольственного сырья и пищевых продуктов: масло оливковое, баклажан, морковь, кабачок, перец сладкий красный, патиссон, томат парниковый, киноа, яблоко, батат, чеснок, оливки черные без косточек, киви, грецкий орех, черника, бразильский орех, рукола, брокколи, индейка (филе), йогурт 1,5 % жирности натуральный (4,1 % белка), соль поваренная пищевая, масло льняное холодного отжима, яйцо куриное, авокадо, жир из печени трески, семена чиа, топинамбур (порошок), молоко 3,2 % жирности пастеризованное, корень цикория (в порошке), крупа гречневая ядрица, хлеб ржано-пшеничный бородинский (мука ржаная обойная и пшеничная 2 сорта), шоколад горький.

В связи с наблюдаемой обратной связью между показателем окислительного баланса и восприимчивостью к метаболическому синдрому, нами была выполнена оценка соответствия рациона питания 16 диетическим компонентам показателя окислительного баланса (табл. 1), выполнена оценка соответствия экспериментального рациона питания базовому индексу здорового питания (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

**Оценка соответствия рациона питания 16 диетическим компонентам
показателя окислительного баланса**

Пищевые и химические вещества	Характеристика оценки содержания веществ в рационе			Рацион питания для профи- лактики метаболического синдрома
	0 баллов	1 балл	2 балла	
Антиоксиданты				
Пищевые волокна, г	< 11,55	11,55–17,50	≥ 17,50	2
Каротин, РЭ	< 641,50	641,50–2247,00	≥ 2247,00	2
Рибофлавин, мг	< 1,47	1,47–2,08	≥ 2,08	1
Ниацин, мг	< 16,82	16,82–23,64	≥ 23,64	0
Витамин В6, мг	< 1,32	1,32–1,93	≥ 1,93	2
Общий фолат, мкг	< 272,00	272,00–388,00	≥ 388,00	2
Витамин В12, мкг	< 2,71	2,71–4,69	≥ 4,69	1
Витамин С, мг	< 38,60	38,35–89,45	≥ 89,45	2
Витамин Е (АТЕ), мг	< 5,30	5,30–8,29	≥ 8,29	2
Кальций, мг	< 658,50	658,50–980,00	≥ 980,00	2
Магний, мг	< 200,00	200,00–301,50	≥ 301,50	2
Цинк, мг	< 7,48	7,48–10,55	≥ 10,55	2
Медь, мг	< 0,89	0,89–1,26	≥ 1,26	2
Селен, мкг	< 74,95	74,95–104,90	≥ 104,90	2
Прооксиданты				
Общее количе- ство жира, г	≥ 76,29	53,05–76,29	< 53,05	1
Железо, мг	≥ 14,08	9,91–14,08	< 9,91	0
Итого, балл	0	16	32	25

Т а б л и ц а 2

Базовый индекс здорового питания

Индикаторы (компоненты)	Шкала балльной оценки, балл	Характеристика оценки содержания компонентов в рационе		Коли- чество	Итого- вая оценка
		0 баллов	10 баллов		
Индикаторы адекватности продуктового потребления, г/1000 ккал					
Зерновые продукты	0–10	< 5 г	≥ 140 г	104,1	7
Овощи	0–10	Нет по- требления	≥ 108 г	333,2	10
Фрукты	0–10	Нет по- требления	≥ 90 г	155,1	10
Молочные продукты	0–10	Нет по- требления	≥ 225 г	195,0	9
Мясопродукты, исключая колбасные изделия	0–10	Нет по- требления	≥ 126 г	62,4	5
Индикаторы ограничения потребления, индикаторы факторов риска					
Общие жиры, % энергии	0–10 (45–30)	≥ 45	≤ 30	39,0	9
Насыщенные жирные кис- лоты, % энергии	0–10 (25–10)	≥ 25	≤ 10	9,8	10
Добавленный сахар, % энергии	0–10 (25–10)	≥ 25	≤ 10	0,0	0
Холестерин, мг/сут	0–10 (450–300)	≥ 450	≤ 300	330,0	9
Соль добавлен- ная, г/1000 ккал	0–10	≥ 5	≤ 2,75	2,1	10
Итого	—	—	—	—	79

Разработанный экспериментальный рацион питания (женщины, КФА 1,6) удовлетворяет диетическим компонентам индекса окислительного баланса (см. табл. 1) на 78 %, базового индекса здорового питания (см. табл. 2) на 79 % [1], имеет процентное соотношение белков, жиров, углеводов от общего потребления энергии, соответствующее рекомендациям средиземноморской диетической модели питания и модели питания с низким содержанием жиров, что позволяет рекомендовать его для профилактики и повышения качества жизни при метаболическом синдроме.

Библиографический список

1. *Разработка и оценка достоверности базового индекса здорового питания населения России* / А. Н. Мартинчик, А. К. Батурин, Н. А. Михайлов и др. // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 6. – С. 34–44.
2. *Campos-Nonato I., Hernandez L., Barquera S.* Effect of a High-Protein Diet versus Standard-Protein Diet on Weight Loss and Biomarkers of Metabolic Syndrome // A Randomized Clinical Trial. *Obes. Facts.* – 2017. – Vol. 10. – P. 238–251.
3. *Dietary Glycemic Index and Load and the Risk of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Updated Meta-Analyses of Prospective Cohort Studies* / G. Livesey, R. Taylor, H. F. Livesey et al. // *Nutrients.* – 2019. – Vol. 11. – Art. 1280.
4. *Dietary Strategies for Metabolic Syndrome: A Comprehensive Review* / S. Castro-Barquero, A. M. Ruiz-León, M. Sierra-Pérez et al. // *Nutrients.* – 2020. – Vol. 29. – Art. 2983.
5. *Effects of low-carbohydrate and low-fat diets: A randomized trial* / L. A. Bazzano, T. Hu, K. Reynolds et al. // *Annals of Internal Medicine.* – 2014. – Vol. 161. – P. 309–318.
6. *Hemler E. C., Hu F. B.* Plant-Based Diets for Cardiovascular Disease Prevention: All Plant Foods Are Not Created Equal // *Current Atherosclerosis Reports.* – 2019. – Vol. 21. – P. 18.
7. *Leisure-Time Physical Activity, Sedentary Behaviour and Diet Quality are Associated with Metabolic Syndrome Severity: The PREDIMED-Plus Study* / L. Gallardo-Alfaro, M. D. M. Bibiloni, C. M. Mascaró et al. // *Nutrients.* – 2020. – Vol. 12. – Art. 1013.
8. *Metabolic syndrome, Mediterranean diet, and polyphenols: Evidence and perspectives* / M. Finicelli, T. Squillaro, F. Di Cristo et al. // *Journal of Cellular Physiology.* – 2019. – Vol. 234. – P. 5807–5826.
9. *Phillips C. M., Harrington J. M., Perry I. J.* Relationship between dietary quality, determined by DASH score, and cardiometabolic health biomarkers: A cross-sectional analysis in adults // *Clinical Nutrition.* – 2019. – Vol. 38. – P. 1620–1628.
10. *PREDIMED-Plus* Trial investigators. Increased ultra-processed food consumption is associated with worsening of cardiometabolic risk factors in adults with metabolic syndrome: Longitudinal analysis from a randomized trial / S. González-Palacios, A. Oncina-Cánova, M. García-de-la-Hera et al. // *Atherosclerosis.* – 2023. – Vol. 377. – P. 12–23.
11. *Ramezani-Jolfaie N., Mohammadi M., Salehi-Abargouei A.* The effect of healthy Nordic diet on cardio-metabolic markers: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials // *European Journal of Nutrition.* – 2019. – Vol. 58. – P. 2159–2174.
12. *Significant improvement in cardiometabolic health in healthy nonobese individuals during caloric restriction-induced weight loss and weight loss maintenance* / J. Most, L. A. Gilmore, S. R. Smith et al. // *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism.* – 2018. – Vol. 314. – P. 396–405.

Разработка рецептуры и оценка качества сухого концентрата тыквенного супа-пюре

Аннотация. В статье представлена разработанная рецептура сухого концентрата тыквенного супа-пюре. Проведены исследования физико-химических показателей качества. Дан анализ его пищевой ценности по содержанию белков, жиров, углеводов и пищевых волокон. Рассчитана энергетическая ценность. Определен витаминно-минеральный состав. Отработана технология восстановления концентрата, установлено время заваривания и предложены жидкие среды, которые позволят получить готовое блюдо с высокими органолептическими показателями качества.

Ключевые слова: сухой концентрат; суп-пюре; показатели качества.

Консервы, сублиматы, сухие концентраты всегда пользуются большим спросом среди туристов, лесников, спортсменов, военных [1; 3; 6]. Сухие полуфабрикаты необходимы, когда нет условий для нормальной организации технологического процесса приготовления блюд и возможности их реализации и потребления [4]. Ассортимент такой продукции недостаточно широк. Сухие полуфабрикаты чаще не сбалансированы по калорийности, полноценному белку, ПНЖК, пищевым волокнам, витаминам и минеральным веществам.

Таким образом, расширение ассортимента такой продукции с высокими показателями качества и улучшенной пищевой ценности – актуальная научно-практическая задача.

В рамках поставленной задачи была проведена работа по анализу химического состава ряда пищевых продуктов, имеющих функциональную направленность и положительно влияющих на организм человека [5]. Среди таких продуктов были выбраны следующие овощи: тыква свежая, чечевица красная, морковь свежая, репчатый лук, а также специи и пряности, позволяющие полностью отказаться от соли. Для однородной консистенции супа-пюре после восстановления и во избежание отслоения жидкости принято решение о введении в концентрат сухой белой пассеровки. Рецептура получения сухого концентрата тыквенного супа-пюре представлена в таблице.

Технологический процесс заключался в механической обработке указанного овощного сырья: мойка, очистка и нарезка тонкими пластинками. Чечевицу перебирали, промывали, просушивали. Затем следовала термическая сушка в сушилке конвективного типа при температурных режимах 70 °С в течение 2,5–3,0 ч в зависимости от вида сырья. Полученные сухие продукты измельчали поочередно в кофемолке

и просеивали через сито. Фракционный размер твердых частиц сухих овощей составлял не более 100 мкм, что позволило в дальнейшем достаточно быстро упариваться при восстановлении. Муку пшеничную высшего сорта пассеровали без жира при температуре 120 °С, затем охлаждали естественным способом. На последнем этапе технологического процесса полученные ингредиенты смешивали между собой и с сухими специями.

Рецептура сухого концентрата тыквенного супа-пюре, г

Сырье	Норма закладки на 1 порцию	
	брутто	нетто
Тыква свежая	217,0	140,0
Чечевица красная	8,0	8,0
Морковь свежая	6,6	5,0
Лук репчатый свежий	6,0	5,0
Мука пшеничная высшего сорта	1,0	1,0
Мускатный орех	0,2	0,2
Паприка молотая	0,3	0,3
Петрушка сухая	0,2	0,2
<i>Выход до тепловой обработки</i>	—	159,7
<i>Выход сухого концентрата</i>	—	25,0

В качестве восстановления предложено заваривание горячей водой или бульоном при температуре 100 °С в течение 8–10 мин под закрытой крышкой. Объем добавляемой для восстановления жидкости может быть различным, исходя из индивидуальных предпочтений потребителя. В эксперименте средний объем составлял 250–300 мл.

Результаты физико-химических показателей качества сухого концентрата вели по массовой доле сухих веществ (метод высушивания) и массовой доли жира (экстрактно-весовой метод). В результате лабораторных исследований были получены соответствующие значения: влажность не превышала 14 %, а содержание жира составляло 1,2 %.

Пищевая ценность на выход готового сухого концентрата представлена на рис. 1.

По результатам полученной пищевой ценности был проведен расчет энергетической ценности, которая составила 262,3 ккал или 1 099,0 кДж.

Как показывают результаты полученных данных количество пищевых волокон в сухом концентрате достаточно высоко. Был проведен расчет содержания пищевых волокон в супе-пюре (после восстановления его водой), полученное количество составило около 12 % от средней суточной нормы.



Рис. 1. Пищевая ценность 25 г сухого концентрата тыквенного супа-пюре, г

Следует сказать, что при восстановлении сухого концентрата мясным или мясо-костным бульоном содержание белков возрастает до 14 г на порцию супа-пюре 250 г и жиров до 11 г на порцию супа-пюре 250 г.

Проведено определение витаминов в составе сухого концентрата с учетом потерь. Результаты представлены на рис. 2.

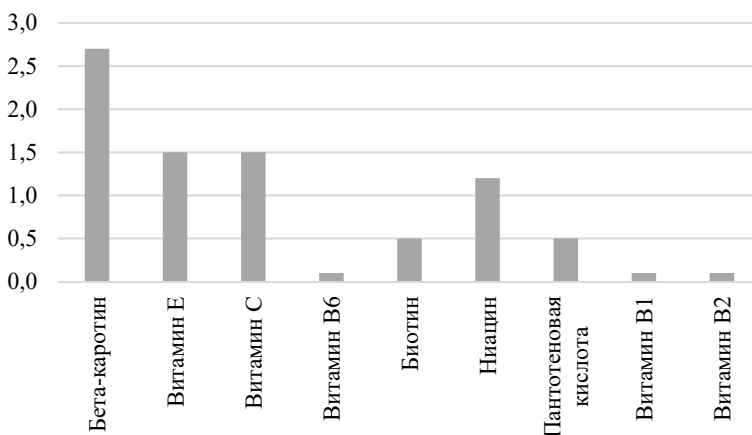


Рис. 2. Содержание витаминов в сухом концентрате тыквенного супа-пюре, мг на выход 25 г

Как видно из рис. 2 в сухом концентрате высокое содержание про-витамина А, что обусловлено включением в рецептуру тыквы и моркови в количестве 1,6 и 12 мг% соответственно.

Несмотря на то, что содержание витамина С в овощном сырье было большим, но потери при механической и тепловой обработке составили более 80 %.

Результаты определения минеральных веществ в сухом концентрате тыквенного супа-пюре представлены на рис. 3.

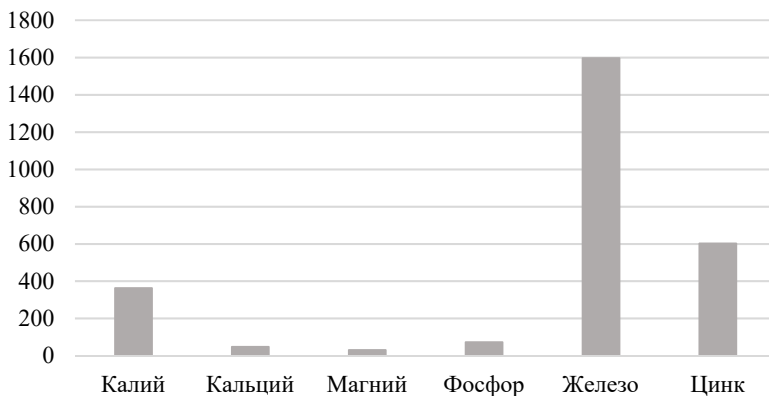


Рис. 3. Содержание минеральных веществ в сухом концентрате тыквенного супа-пюре, мг на выход 25 г

Высокое содержание железа в сухом концентрате обусловлено наличием данного микроэлемента в чечевице красной, – 7,4 и тыкве, – 0,4 мг%, что прекрасно согласуется с литературными данными [5]. Разработанная рецептура выделяется по количеству цинка и калия, основную долю которых внесли тыква, чечевица и морковь.

Отсутствие соли в рецептуре сухого концентрата снизило в половину содержание натрия, что, безусловно, положительно, т.к. как показывают многочисленные исследования и мониторинг пищевых рационов различных групп населения, количество потребляемого натрия превышает среднюю суточную норму в несколько раз [2].

Для более высоких органолептических показателей качества восстановленного сухого концентрата тыквенного супа-пюре предложено использование жидкости при температуре кипения (не ниже 100 °С) и заваривание не менее 8–10 мин. при закрытой крышке термобокса.

За это время твердые сухие частицы овощей и специй набухают, увеличиваются в объеме, приобретают мягкую и однородную консистенцию. Полученный тыквенный суп-пюре имеет приятный и характерный свежим овощам запах и вкус. Готовое блюдо получило максимально высокую оценку членов бракеражной комиссии.

Оценка качества по микробиологическим показателям доказала безопасность разработанной рецептуры и соответствие установленным требованиям технического регламента.

Сроки хранения разработанного сухого концентрата в настоящее время исследуются и уточняются, но на сегодняшний день доказано, что показатели качества и безопасности в течении 3 мес. не ухудшаются.

Из всего сказанного выше, можно заключить, что разработанный сухой концентрат тыквенного супа-пюре имеет высокие показатели качества и безопасности и может быть рекомендован для питания различных категорий взрослого населения.

Библиографический список

1. Бакуменко О. Е., Щерба И. В. Криопорошки как сырье для концентратов сухих напитков функциональной направленности // Инновации в индустрии питания и сервисе: электрон. сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф. (Краснодар, 11 ноября 2022 г.). – Краснодар: КубГТУ, 2023. – С. 22–24.
2. Величко О. О., Цемборевич Н. В., Федоренко Е. В. Содержание натрия в рационе как фактор алиментарного риска неинфекционных заболеваний среди взрослого населения Республики Беларусь // Эйхвальдские чтения-2023: сб. науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых с междунар. участием (Санкт-Петербург, 20 апреля 2023 г.). – СПб.: СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2023. – С. 31–34.
3. Кравченко Н. В., Беззуб В. С. Использование сублимированных продуктов как альтернатива питания туристов // Современные тенденции развития туризма и индустрии гостеприимства: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (Донецк, 25–26 апреля 2023 г.). – Донецк: ДонНУЭТ им. М. Туган-Барановского, 2023. – С. 130–132.
4. Попов А. С., Устинов С. А. Организация питания и торгового обслуживания военных потребителей на основе сетевого подхода // Менеджмент предпринимательской деятельности: материалы Четырнадцатой науч.-практ. конф. (Симферополь, 7 апреля 2016 г.). – Симферополь: Ариал, 2016. – С. 190–192.
5. Скурихин И. М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 276 с.
6. Чотчаев О. Б., Баранов В. В., Доронин А. А. Применение сублимированных пищевых продуктов в питании военнослужащих // Материально-техническое обеспечение Вооруженных Сил Российской Федерации. – 2025. – № 3 (63). – С. 107–114.

Разработка рецептур напитков на растительном сырье для предприятий общественного питания

Аннотация. Безалкогольные напитки удобны для моделирования функциональных свойств. Целью исследования является разработка ассортимента фитонапитков (авторских чаев) с повышенной пищевой ценностью для предприятий общественного питания. Были проанализированы статистические данные в отношении здоровья населения РФ и Свердловской области; проведен обзор патентной информации по теме исследования, предложен состав напитков с учетом задаваемых им свойств. Приведен перечень растительного сырья с функциональными пищевыми ингредиентами, физико-химические показатели и описательные характеристики органолептических показателей настоев, рецептура образцов фитонапитков и результаты их органолептической оценки. Определено, что настои эфирно-масленичных трав, таких как чабрец, шалфей, имеют насыщенный аромат и горчинку в послевкусии. Сделан вывод, что реализация фитонапитков для среднего Урала является перспективным направлением, соответствующим государственной политике здоровьесбережения и долголетия населения РФ.

Ключевые слова: авторский чай; фитонапиток; функциональный.

Безалкогольные напитки сохраняют позиции самого удобного продукта для моделирования функциональных свойств в связи с массовостью употребления, простотой технологического производства, большим ассортиментом.

Фитонапитки и авторские чаи (далее-напитки) для общественного питания набирают популярность как современный фьюжн – продукт с возможностью создания сложного многогранного флейвора и заданной функциональностью: антиоксидантной активностью, содержание полифенолов или низким гликемическим индексом.

Еще с древних времен люди употребляли различные травы, ягоды, корни, для утоления голода или для исцеления.

До сих пор дикорастущие растения сохраняют статус традиционных лекарственных и питательных средств, при этом в современном рационе они используются достаточно редко.

Формирование ассортимента напитков с гарантированным содержанием биологически-активных веществ (БАВ) направленного профилактического действия особенно важно для населения, связанного с вредными условиями производства, проживающего в регионах с неблагоприятной экологической обстановкой, таких как Средний Урал.

Целью исследования является разработка ассортимента фитонапитков (авторских чаев) с повышенной пищевой ценностью для предприятий общественного питания.

Для выполнения поставленной цели проанализировали статистические данные в отношении состояния здоровья населения РФ и Свердловской области; осуществили обзор патентной информации по теме исследования, проанализировали рынок предприятий питания, реализующих фитонапитки/авторские чаи и их ассортимент, предложили состав напитков с учетом задаваемым им свойств.

Патентный поиск показал, что безалкогольные напитки, в основном, готовят с использованием натуральных соков, сиропов, экстрактов, например, «Кедровый», «Облепиховый», «Приморский лимонник», «Сахалинская роза» и др.

При этом фитоосновы включают в себя экстрактивные и биологически активные вещества растений или ягод-дикоросов [1; 2; 3].

Основными способами сохранения биологически-активных веществ являются щадящие способы концентрирования, контактной диффузии, обработки ультразвуком, а также CO₂-экстракции.

В табл. 1 представлен перечень растительного сырья, которое является перспективным для функциональных фитонапитков.

Т а б л и ц а 1

Растительное сырье с функциональными пищевыми ингредиентами для авторских чаев и фитонапитков

Ингредиент	БАВ, входящие в состав	Функциональные свойства
Липы цветки (<i>Tiliae flores</i>)	Флавоноиды, эфирные масла, витамины К, С, каротин, кумарин	Оказывает положительное действие на иммунную систему, нервную систему, систему пищеварения, проявляет противовоспалительное действие
Ромашки аптечной цветки (<i>Chamomillae recutita flores</i>)	Флавоноиды, дубильные вещества, макроэлементы, витамины А, Р, С В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₉	Имеет противовоспалительный, антиоксидантный эффект. Содержит органические кислоты кумарины. Нормализует деятельность желудочно-кишечного тракта
Крапивы двудомной листья (<i>Urticae dioicae folia</i>)	Витамины А, С, К, Е, муравьиная кислота, гликозиды, фитонциды, флавоноиды, танины	Останавливает воспалительные процессы, повышает иммунитет, улучшает свертываемость крови, обладает спазмолитическим эффектом. Благоприятно влияет на почки и печень

Ингредиент	БАВ, входящие в состав	Функциональные свойства
Шалфей лекарственного листа (<i>Salviae officinalis folia</i>)	Витамины А, В, С, К, фитонциды, флавоноиды, фитоэстрогены	Обладает успокаивающим эффектом. Укрепляет иммунитет, улучшает пищеварение, благоприятно влияет на кожу, нормализует работу сердца, укрепляет нервную систему
Мята перечной листья (<i>Menthae piperitae folia</i>)	Эфирные масла, ментол, аскорбиновые кислоты, РР, В, Е, микроэлементы, макроэлементы	Успокаивающий эффект. Нормализует состояние нервной системы и пищеварение. Оказывает поддержку при простудных заболеваниях и заболеваниях ротовой полости. Снижает давление
Шиповника плоды (<i>Fructus Rosae</i>)	Кумарины и алкалоиды, флавоноиды, витамины А, В, С, Е, К, РР	Основные эффекты – противовоспалительный, антиоксидантный, противоязвенный. Положительно влияет на нервную систему, почки и печень
Душицы обыкновенной трава (<i>Origanum vulgare herba</i>)	Эллаговая кислота, гликозиды, дубильные вещества, витамины А, В, С, Е, минеральные вещества	Обладает антипаразитарным свойством и успокаивающим действием. Благоприятно влияет на печень. Стабилизирует деятельность желудочно-кишечного тракта. Используется при диабете
Чабреца трава (<i>Thymus serpylli herba</i>)	Органические кислоты, флавоноиды, витамины А, В, С, Е, минеральные вещества	Разжижает густую мокроту и обладает отхаркивающим эффектом, антибактериальным действием, противогрибковым действием, противопаразитарным действием, легким седативно-снотворным эффектом
Корень имбиря (<i>Zingiber officinale</i>)	Флавоноиды, эфирные масла, витамины А, В, С, джинджерол	Имеет желчегонный эффект, оказывает положительное действие на иммунную систему, систему пищеварения, противовоспалительное действие, укрепляет стенки сосудов
Плоды клюквы (<i>Fructus Oxycocci</i>)	Витамины А, С, Е, Н, РР, К, различные виды кислот	Ягода выводит токсины, шлаки и тяжелые металлы. Укрепляет сердечно-сосудистую систему, улучшает работу поджелудочной железы
Плоды облепихи (<i>Fructus Hippophaes</i>)	Витамины А, В, дубильные вещества, аскорбиновая кислота, каротин	Помогает при воспалениях и простуде. Полезны для сосудов, сердца, печени, желудка и при патологиях тканей. Укрепляет иммунитет

Для настаивания использовали сухие травы и ягоды заливали водой с температурой 90–95 °С и настаивали в соответствии с рекомендациями на упаковке. В табл. 2 представлены описательные характеристики травяных настоев.

Для того, чтобы смоделировать вкусо-ароматический профиль напитков, сначала оценивали органолептические характеристики и сопоставимость настоев лекарственно-растительного сырья, для того чтобы выявить наиболее гармоничные сочетания. Объектами лабораторного исследования служили: фармакопейные цветки ромашки (ГОСТ 2237-93), цветки липы (ГОСТ 6518-69), листья крапивы двудомной обмолоченные (ГОСТ 12529-67), листья мяты перечной обмолоченные (ГОСТ 23768-94), листья шалфея обмолоченные (ФС.2.5.0051.15), трава чабреца обмолоченная (ГОСТ 21816-89), трава душицы обмолоченная (ГОСТ 21908-93), плоды шиповника (ГОСТ 1994-93), а также высушенные ягоды облепихи (СТБ 1012-95), клюквы (ГОСТ 33309-2015); кислота лимонная (ГОСТ 908-2004).

Определено, что настои эфирно-масленичных трав таких как чабрец, шалфей имеют очень насыщенный аромат и горчинку в послевкусии, что снижало степень их применимости. К полученным настоям добавляли клюквы и облепихи для улучшения вкуса напитка и увеличения содержания БАВ и понимания влияния данных ягод на флейвор напитка в целом. Далее все ингредиенты помещали в саше в определенных сочетаниях, которые заваривали далее в чайнике имитируя подачу авторского чая на предприятии общественного питания. В соответствии с задачами исследования были разработаны 3 варианта модельных напитков, рецептура представлена в табл. 3.

В табл. 4 представлены результаты органолептической оценки смоделированных образцов фитонапитков / авторских чаев для общественного питания.

Т а б л и ц а 2

Физико-химические показатели и описательные характеристики органолептических показателей настоев

Настои	Гидро-модуль	Цвет	Аромат	Вкус	М.д. сухих веществ, %
Цветков липы	5:100	Янтарный, прозрачный	Интенсивный, цветочно-медовый	Индиферентный, пресный	2,0±0,2
Цветков ромашки	5:100	Янтарно-коричневый, прозрачный	Интенсивный специфический	С легкой горчинкой	2,7±0,2
Листьев крапивы двудомной	5:100	Зелено-коричневый, прозрачный	Слабый, травный	Индиферентный	1,8±0,2
Листьев шалфея	5:100	Темно-коричневый, прозрачный	Очень интенсивный, ароматический, камфорный	Горький, насыщенный, с долгим послевкусием	2,5±0,2
Листьев мяты перечной	2,5:100	Светло-коричневый, прозрачный	Интенсивный, простой, перечной мяты	С легкой горчинкой и долгим послевкусием перечной мяты	1,9±0,2
Плодов шиповника	5:100	Светло-коричневый, прозрачный	Слабый, сушеных ягод	Индиферентный	1,5±0,2
Травы душицы	3:100	Темно-коричневый, прозрачный	Средней интенсивности, сложный, комплексный, эфирно-травный	Индиферентный, с легкой горчинкой	4,9±0,2
Травы чабреца	3:100	Коричневый, прозрачный	Средней интенсивности, смолистый, специфический	С легкой горчинкой и ярким смолистым послевкусием	2,0±0,2

Таблица 3

**Рецептура смоделированных образцов
фитонапитков, см³/500 см³ напитка**

Ингредиент	Модельные образцы		
	Облепиховый	Клюквенный	Травушка
Лимонная кислота	0,05	–	0,05
Ягоды облепихи высушенные	10	–	–
Цветки ромашки	2	2	2
Цветки липы	2	3	3
Ягоды клюквы высушенные	–	15	–
Листья мяты перечной	–	1	2
Листья крапивы двудомной	–	–	2
Листья шалфея	–	–	1

Таблица 4

**Результаты органолептической оценки
смоделированных образцов фитонапитков, балл**

Фитонапиток / авторский чай	Средний балл
Облепиховый	4,7±0,2
Клюквенный	4,8±0,2
Травушка	4,7±0,2

Себестоимость разработанных напитков составляет от 302,4 до 450,6 р. на 100 порций напитка. Порция напитков содержит 15–21 % от РСНП аскорбиновой кислоты, что позволяет их отнести к функциональным напиткам.

Реализация фитонапитков для среднего Урала является перспективным направлением, соответствующим государственной политике здоровье сбережения и долголетия населения РФ.

Библиографический список

1. Использование нетрадиционного растительного сырья в технологии бездрожжевых галет / Д. К. Филина, Ю. Д. Новикова, И. А. Ахметжанов, Н. В. Неповинных // Индустрия питания. – 2024. – Т. 9, № 1. – С. 26–34.
2. Пастушкова Е. В., Чугунова О. В. Научное обоснование использования антиоксидантных комплексов в производстве концентрата чайного напитка // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2019. – Т. 8, № 3 (47). – С. 158–164.
3. Растительное сырье Уральского региона для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности / Н. В. Заворохина, М. П. Соловьева, О. В. Чугунова и др. // Пиво и напитки. – 2013. – № 3. – С. 34–37.

Влияние гречневой клетчатки на качество хлеба

Аннотация. Целью исследования является оценка влияния гречневой клетчатки на органолептические и физико-химические свойства полуфабрикатов и хлеба, а также разработка и анализ изделий, приготовленных с заменой ржаной обдирной муки на гречневую клетчатку. В качестве контрольного образца выступил хлеб «Российский». По данным проведенных исследований установлено, что оптимальным для разработки является образец с внесением 6 % гречневой клетчатки.

Ключевые слова: гречневая клетчатка; мука пшеничная первого сорта; мука ржаная обдирная.

В настоящее время лидирующие позиции в повышении пищевой ценности хлеба занимает обогащение хлеба отрубями, так как это наиболее легкий и быстрый способ обогатить изделие, повысить его пищевую ценность. Отруби – это побочный продукт мукомольного производства, состоящий из оболочек перемолотого зерна. В зависимости от вида перерабатываемого зерна на муку и крупу отруби бывают пшеничные, ржаные, овсяные, рисовые, гречневые, просяные.

Основная ценность отрубей – это высокое содержание пищевых волокон. Отруби добавляют при замесе теста в хлебобулочные изделия. При этом повышается количество потребляемой клетчатки и одновременно понижается калорийность изделия.

Применение отрубей не требует особых затрат времени, площадей, финансовых и прочих ресурсов, что делает их применение в хлебопекарной промышленности наиболее целесообразным и выгодным [1].

Такая продукция займет достойное конкурентоспособное положение на рынке хлебобулочных изделий и сможет внести вклад в развитие группы хлебобулочных изделий «Здоровье».

Экспериментальная часть работы заключается в определении влияния добавки (клетчатки гречневой) на органолептические и физико-химические свойства полуфабриката и готового изделия.

Вариантами исследования являются:

- контрольный образец – хлеб «Российский»;
- образцы 1, 2, 3 и 4 – хлеб «Российский» с внесением гречневой клетчатки от массы муки в размере 2, 4, 6 и 8 % соответственно.

На первом этапе исследований проводится органолептическая и физико-химическая оценка качества сырья, используемого для проведения эксперимента.

Результаты исследования: сырье соответствует требованиям нормативно-технической документации.

Проводилось исследование влияния клетчатки на газообразующую способность пшеничной муки (рис. 1).

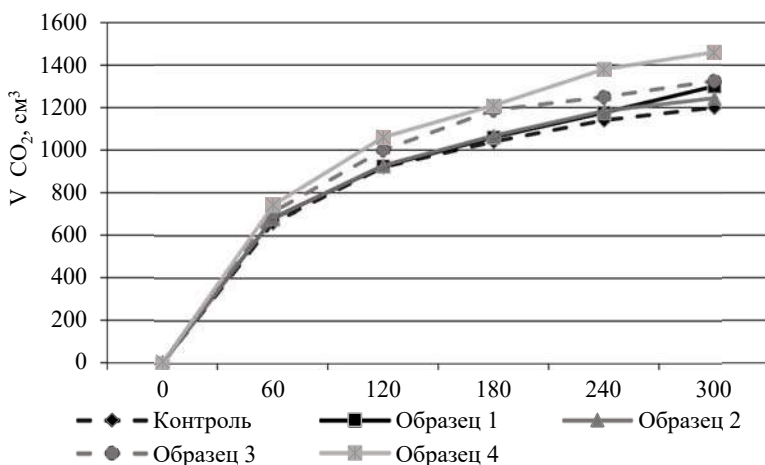


Рис. 1. График зависимости газообразующей способности от дозировки введенной клетчатки

Газообразующая способность муки пшеничной первого сорта увеличивается с увеличением дозировки гречневой клетчатки. Вероятно, это можно объяснить тем, что в результате клетчатки гречневой повышается сахаробразующая способность муки и газообразование идет более интенсивно. Газообразующая способность муки зависит от сахаробразующей способности – способности муки образовывать определенное количество мальтозы при гидролизе крахмала под действием амилолитического фермента β -амилаза [2]. Он активен при pH 4,5–4,6 при температуре 45 °С. Внесение клетчатки гречневой (pH раствора 3,7) позволяет поддерживать оптимальные условия активности β -амилазы, следовательно, увеличивает газообразующую способность муки, а высокая водопоглощательная способность клетчатки делает крахмал более податливым к действию ферментов, следовательно, увеличивается количество собственных сахаров муки – мальтозы.

Проводилось исследование водопоглощательной способности муки пшеничной первого сорта, муки ржаной обдирной и клетчатки гречневой. Она составила 52 % от массы муки в тесте для пшеничной муки, 60 % от массы муки в тесте для муки ржаной обдирной и 116 % для клетчатки гречневой, что в 2 раза больше водопоглощательной способности муки пшеничной первого сорта. В результате чего, в исследуемых образцах, с увеличением содержания клетчатки, количество воды,

вносимой в тесто, увеличивалось, по отношению к контрольному образцу. Также увеличивалась масса теста. Как известно водопоглотительная способность зависит от состава муки, ее влажности, крупноты помола и сорта. Чем тоньше помол муки, тем выше водопоглотительная способность. Много влаги связывает клетчатка, представляя собой пищевые волокна, она поглощает большое количество влаги. Чем выше ее содержание, тем выше водопоглотительная способность [3].

Высокая водопоглотительная способность клетчатки и pH ее раствора способствуют повышению газообразующей способности муки.

В качестве контроля был взят хлеб «Российский». Замес теста для всех образцов производится согласно рабочим рецептурам. Гречневая клетчатка вносится взамен части ржаной муки. Замешиваются образцы: контроль (без внесения клетчатки) и образцы 1, 2, 3, 4 с внесением 2, 4, 6 и 8 % клетчатки соответственно. Было исследовано влияние клетчатки на органолептические и физико-химические показатели полуфабрикатов (исследуемых образцов).

Ржано-пшеничные сорта хлеба готовят на заквасках. Закваска имеет спиртовой, слегка кисловатый запах, светло-коричневый цвет и кислый вкус. Температура закваски 28 °С, кислотность закваски составляет 12 град., влажность закваски 50 %, pH 3,6, подъемная сила закваски 20 мин. Тесто замешивается согласно рецептуре в течение 7 мин и оставляется на брожение при температуре 35–40 °С и относительной влажности воздуха 75 %.

Из полученных результатов можно сделать вывод, о том, что с увеличением дозировки гречневой клетчатки при брожении теста кислотонакопление в исследуемых образцах происходит интенсивнее – по нарастающей от контрольного образца к образцу 4. Это может быть связано с тем, что клетчатка гречневая имеет высокую кислотность (20 град.), благодаря чему способствует активному накоплению кислот в тесте. Начальная и конечная температура теста – 28 и 30 °С соответственно. Выброженное тесто имеет легкий спиртовой запах и пористую структуру, объем увеличился в 1,5 раза.

Тестовые заготовки расстаиваются в течение 60 мин, при этом их объем увеличивается в 1,5 раза, поверхность заготовки становится ровной и гладкой.

Расстоявшиеся тестовые заготовки направляются на выпечку. Выпечку проводим в увлажненной пекарной камере при температуре 220 °С в течение 20 мин до готовности. Готовый хлеб взвешиваем, охлаждаем в течение 4 ч. После чего повторно взвешиваем и производим органолептическую и физико-химическую оценку готовых изделий, результаты представлены в таблице.

Физико-химические показатели готовой продукции

Показатели	Контроль	Образец			
		1	2	3	4
Кислотность, град.	7,0	7,5	7,7	8,0	8,5
Влажность, %	45,9	46,0	46,2	46,3	47,0
Пористость, %	58,7	59,8	60,6	60,6	63,9
Упругость, усл. ед.	10,16	10,38	10,69	11,65	12,84
Объемный выход хлеба, см ³ /100 г муки	146,79	194,25	217,8	221,7	224,2
Формоустойчивость, усл. ед.	0,45	0,47	0,48	0,50	0,51

Зависимость формоустойчивости X подового хлеба от дозировки клетчатки гречневой представлена на рис. 2.

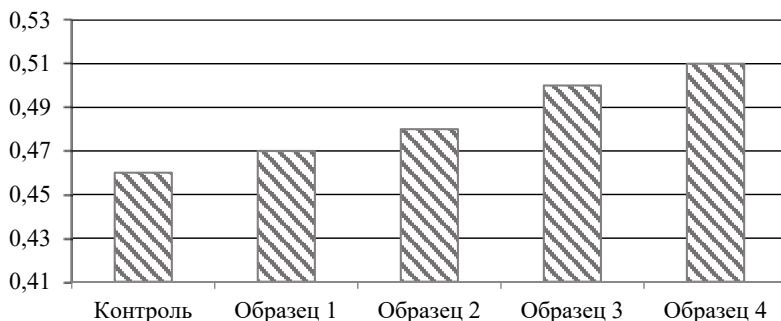


Рис. 2. Зависимость формоустойчивости подового хлеба от дозировки клетчатки гречневой, усл. ед.

Кислотность, влажность, пористость, упругость и объемный выход хлеба увеличиваются в образцах с увеличением дозировки клетчатки. Увеличение кислотности происходит в связи с тем, что гречневая клетчатка имеет кислую реакцию среды, что способствует накоплению кислот в готовой продукции, с увеличением дозировки исследуемой добавки. Увеличение влажности исследуемых образцов готовой продукции происходит вследствие того, что вносимая добавка имеет высокую водопоглощательную способность. Гречневая клетчатка хорошо абсорбирует и удерживает воду, что препятствует испарению большого количества влаги в процессе выпечки, следовательно, влажность исследуемых образцов будет увеличиваться с увеличением дозировки гречневой клетчатки. Упругость мякиша возрастает с увеличением дозировки гречневой клетчатки, связывая влагу, она делает тесто более плотным и упругим вследствие чего повышается газодерживающая

способность теста и пористость мякиша. Благодаря повышению пористости и снижению свободной влаги, упругие свойства мякиша возрастают, а также увеличивается объемный выход хлеба.

Высокая формоустойчивость наблюдалась у всех образцов с внесением клетчатки гречневой по сравнению с контрольным образцом, что подтверждает способность клетчатки поглощать влагу, делая тесто более упругим, предотвращая его расплываемость.

Изделия оставляли на хранение. Каждые 24 ч взвешивали и определяли изменение массы хлеба (рис. 3).

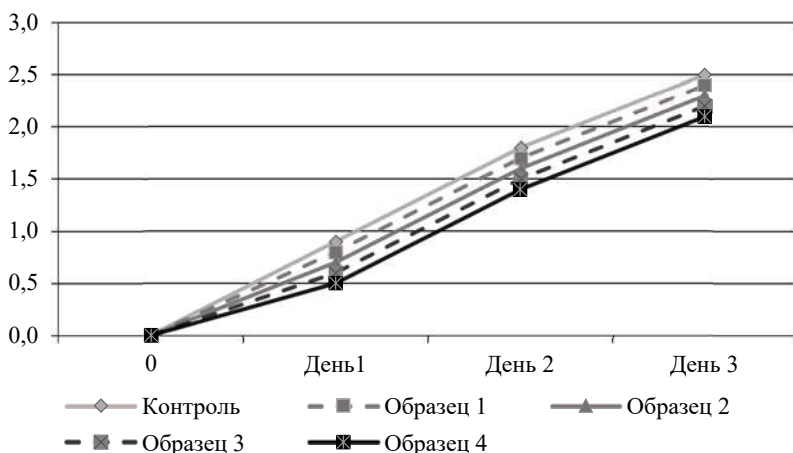


Рис. 3. График зависимости усушки изделий от дозировки введенной клетчатки, %

По изображению, представленному на графике можно сделать вывод, о том, что процент усушки образцов уменьшается с увеличением дозировки внесенной клетчатки.

Усушка при хранении наиболее интенсивно происходила в контрольном образце и в образцах 1 и 2, напротив, в образцах 3 и 4 наблюдалось минимальное возрастание усушки при хранении хлеба.

Замедление черствения хлеба может быть обосновано предположением, что гречневая клетчатка способна вновь выделять связанную ей в процессе выпечки влагу, что обуславливает дополнительную клейстеризацию крахмала, замедляющую его ретроградацию. Также это может быть связано с тем, что с внесением гречневой клетчатки увеличивается содержание в хлебе прочносвязанной влаги.

По данным проведенных исследований наиболее оптимальным для разработки является образец 3 с внесением 6 % гречневой клетчатки.

Готовое изделие имеет правильную форму, приятный, слегка кисловатый аромат гречневой клетчатки, кисловатый вкус, насыщенный коричневый цвет. Мякиш имеет тонкостенную развитую пористость, равномерно окрашен, без следов непомеса.

Кислотность образца составляет 8,7 град.; влажность – 46,3 %, пористость – 71,5 %; упругость – 11,65 %, что является оптимальными показателями в соответствии с ГОСТ, следовательно, такое изделие будет востребовано потребителями.

Библиографический список

1. Гусева Т. И. Использование натуральных растительных добавок в хлебопечении // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 26 апреля 2022 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ, 2022. – С. 35–40.

2. Гусева Т. И. Разработка продуктов функциональной направленности с использованием растительных ингредиентов // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК: материалы III Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Курган, 16 февраля 2023 г.). – Курган: Курганская ГСХА, 2022. – С. 526–530.

3. Пащенко Л. П., Жаркова И. М. Технология хлебопекарного производства: учебник – СПб.: Лань, 2014. – 672 с.

Д. Д. Порошина, В. А. Лазарев, П. А. Валенчук, А. В. Чернышева
Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Молочная сыворотка в технологии хлебобулочных изделий: обзор и перспективы использования

Аннотация. В статье рассматривается применение молочной сыворотки как ценного вторичного сырья в производстве хлебобулочных изделий. Проанализирован микронутриентный состав сырной и творожной сыворотки. Проведен анализ существующих методов переработки молочной сыворотки. Особое внимание уделено мембранным технологиям, которые позволяют бережно разделять и концентрировать ценные компоненты сыворотки. Представлены положительные тенденции в использовании молочной сыворотки в хлебопекарной промышленности.

Ключевые слова: молочная сыворотка; функциональный продукт; хлебобулочное изделие; качество; микронутриенты; методы переработки.

В современном мире, где потребители все больше внимания уделяют полезным, здоровым и функциональным продуктам, производители хлебобулочных изделий стремятся разнообразить ассортимент и повысить пищевую ценность выпускаемой продукции. Традиционно

высоким спросом пользуется хлеб и хлебобулочные изделия из дрожжевого теста, произведенные по классической технологии с применением этапов брожения и расстойки [1]. При этом для улучшения характеристик процесса брожения и подъема теста используются различные добавки, содержащие моно- и дисахариды, хорошо сбраживаемые хлебопекарными дрожжами штамма *Saccharomyces Cerevisiae*.

Одной из таких добавок, улучшающих процессы брожения и подъема теста, является молочная сыворотка.

Молочная сыворотка (МС) – это вторичное сырье, получаемое при производстве различных продуктов молочной промышленности, в частности, сыра и творога.

Она богата функциональными белками, главным образом альбумином (0,7–0,9 %), липидами (0,1–0,4 %), минеральными веществами (магний, кальций, калий и т.д. 0,6–0,7 %) и витаминами (в особенности витаминами группы В).

Белки МС, благодаря своей уникальной способности образовывать комплексы с другими компонентами на макро- микроуровнях, являются перспективными в использовании в пищевой промышленности [6; 7].

Мировое производство молочной сыворотки оценивается примерно в $180\text{--}190 \cdot 10^6$ т/год, из которых обрабатывается не более 50 %.

Утилизация сыворотки приводит к значительным потерям потенциальных питательных веществ, потому что почти все макро и микронутриенты молока переходят в нее.

Более подробное содержание микронутриентов сыворотки представлено в таблице, наблюдаются существенные различия микронутриентного состава сырной и творожной сыворотки [2; 4]. Творожная сыворотка значительно богаче кальцием, а сырная – хлором, натрием и калием. Железо же практически отсутствует в творожной сыворотке. Поэтому выбор сыворотки будет зависеть от желаемого вкуса конечного продукта и увеличения содержания нужных макро-, микронутриентов [2].

Содержание микронутриентов в различных видах молочной сыворотки

Микронутриенты	Сырная сыворотка, мкг/г	Творожная сыворотка, мкг/г	Суточная потребность, мг
Хлор	21 000	16 800	1 700–5 100
Натрий	29 500	18 600	1 100–5 500
Калий	694 000	66 000	1 900–5 600
Кальций	267 000	1 195 000	1 000
Железо	245	< 1,0	100–150

В последнее время молочную сыворотку часто используют в технологии протеиновых батончиков для спортсменов и напитков на ее

основе. Исследования *USADEC* показывают, что концентрированная сыворотка также улучшает текстуру мясных и птицеводческих продуктов, а также способствует улучшению цвета и структуры хлебобулочных изделий, являясь альтернативой молоку или яйцам [1].

Добавление молочной сыворотки в технологию хлебобулочных изделий благоприятно скажется на потребительских качествах готового продукта и позволит обогатить его незаменимыми аминокислотами, которые входят в состав сыворотки.

Перед тем как молочную сыворотку можно будет эффективно использовать в качестве промышленного сырья, необходимо провести ее предварительную обработку, которая включает в себя концентрирование или фракционирование. Все методы переработки молочной сыворотки можно подразделить на термические (основанные на нагреве), химические (с использованием реагентов), физико-химические, биотехнологические (с использованием микроорганизмов) и электрофизические основаны на воздействии электрических полей).

Для повышения эффективности обработки молочной сыворотки и максимального выделения ценных веществ, при обеспечении высокой экономичности необходимо обоснованно подходить к выбору метода обработки МС [3].

Минусами термических и химических методов может быть денатурация белков, путем воздействия на них высоких температур или использования химических реагентов, которые могут привести к разрушению белковой структуры.

Электрофизические методы используются в основном для деминерализации сыворотки. Они не эффективны для выделения таких важных компонентов сыворотки как белки и лактоза. Также недостатками данных методов может быть дорогостоящее оборудование и значительное потребление электроэнергии [3].

Наиболее распространенными физическими методами обработки молочной сыворотки являются мембранные методы такие как: ультрафильтрация, обратный осмос, диафильтрация, микрофильтрация, а также нанофильтрация.

В основе мембранных процессов лежит принцип разделения веществ под действием разности давлений и градиента концентраций, что обеспечивает их прохождение через полупроницаемую мембрану.

Мембранные процессы позволяют разделять компоненты сыворотки без денатурации белков и разрушения ее микронутриентов, способствуют получать безопасные продукты, так как не используются химические реагенты, также мембранные процессы потребляют меньше энергии по сравнению с традиционными методами, такими как выпаривание и сушка [2; 5].

Таким образом, после обработки молочной сыворотки мембранными способами, полученный концентрат можно добавлять в технологию хлебобулочных изделий для их обогащения. Оптимальная дозировка внесения зависит от ряда факторов: типа хлебобулочного изделия, технологии производства, желаемых характеристик готового продукта, а также состава и качества самой молочной сыворотки.

Молочная сыворотка находит все большее применение в хлебопекарной промышленности. Ее использование обусловлено не только экономической выгодой, но и возможностью улучшить качество, увеличить пищевую и биологическую ценность готового продукта, к тому же повысить активность дрожжей за счет лактозы сыворотки, которая служит их питательной средой, тем самым ускорив брожение теста.

Библиографический список

1. *Грязина Ф. И.* Производство булочных изделий с применением молочной сыворотки и сметаны // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Йошкар-Ола, 16–17 марта 2022 г.). – Йошкар-Ола: МарГУ, 2022. – С. 111–114.
2. *Лазарев В. А.* Разработка изотонического напитка, обогащенного изолятом сывороточного белка и витаминным премиксом // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2024. – Т. 12, № 3. – С. 31–40.
3. *Молочная сыворотка: обзор работ. Часть 2. Процессы и методы обработки* / И. В. Паладий, Е. Г. Врабие, К. Г. Спринчан, М. К. Болога // ЭОМ. – 2021. – № 57 (3). – 83–101.
4. *Сабирова Н. К., Джахангирова Г. З.* Исследование содержания микроэлементов в молочной сыворотке // Universum: технические науки: электронный научный журнал. – 2025. – № 1 (130). – С. 32–35.
5. *Централизованная переработка сыворотки* / В. А. Лазарев, Р. Т. Тиманкова, С. Л. Тихонов, А. В. Акулич // Молочная промышленность. – 2021. – № 10. – С. 30–32.
6. *Impact of Dairy Ingredients on Wheat Flour Dough Rheology and Bread Properties* / M. Iuga, O. Boestean, A. Ghendov-Mosanu, S. Mironeasa // Foods. – 2020. – Vol. 9 (6). – Art. 828.
7. *Quality Parameters of Wheat Bread with the Addition of Untreated Cheese Whey* / C. Tsanasidou, I. Kosma, A. Badeka, M. Kontominas // Molecules. – 2021. – Vol. 26 (24). – Art. 7518.

Анализ актуальных исследований состава и влияния на организм спортивных гелей, сравнение брендов *Maurten* и *SIS*

Аннотация. Работа посвящена изучению химического состава, механизма действия и физиологических аспектов усвоения спортивных гелей, широко используемых профессионалами в дисциплинах на выносливость. Подробно рассмотрены различия двух ведущих производителей – *Maurten* и *SIS*. Исследованы факторы, определяющие эффективность восприятия углеводов различными категориями спортсменов. Научные исследования доказывают зависимость между правильным выбором продукта и уровнем комфорта пищеварения, а также влиянием на общий успех выступления. Ключевое внимание уделено индивидуальному подходу к подбору формулы спортивного геля, учитывающему характеристики конкретного атлета, что имеет решающее значение для оптимизации энергоснабжения и улучшения показателей деятельности.

Ключевые слова: спортивный гель; осмоляльность; гидрогель; мальтодекстрин; фруктоза; *Maurten*; *SIS*; тренировка кишечника; усвоение углеводов.

Спортивные гели прочно вошли в рацион профессионалов, занимающихся видами спорта на выносливость, такими как марафонцы, велосипедисты, триатлеты и лыжники. Основная цель употребления таких гелей заключается в быстром восстановлении энергии, поддержании нормального уровня электролитов и обеспечении удобства приема пищи во время интенсивных нагрузок.

Использование гелей предотвращает истощение запасов гликогена («углеводный кризис»), позволяя сохранить высокую работоспособность на протяжении всей дистанции [2].

Наиболее распространенными компонентами спортивных гелей выступают различные виды углеводов: мальтодекстрин, фруктоза и реже – глюкоза. Комбинация этих элементов в определенных пропорциях оказывает непосредственное воздействие на темп высвобождения энергии и ее усваивание организмом.

Оптимальным считается соотношение 2:1 (мальтодекстрин к фруктозе), которое позволяет обеспечить наибольший показатель окислительной способности – порядка 1,75 г углеводов [1].

Кроме основных углеводов, многие производители добавляют желирующие компоненты, такие как пектины и альгинаты натрия. Благодаря своей консистенции, они способствуют медленному разложению смеси, продлевая период поступления энергии.

Дополнительно в составы включаются электролиты (натрий, калий, магний), необходимые для возмещения потерь соли, возникающих

вследствие активного потоотделения, особенно в условиях жаркого климата [5].

Современные исследования подчеркивают ключевую роль грамотного подбора состава углеводов в спортивном рационе. Клинические испытания убедительно свидетельствуют, что идеальным решением выступает именно такое соотношение фруктозы и мальтодекстрина, при котором доля первого компонента немного превышает половину второго, формируя идеальное значение около 0,8:1,0.

Подобная композиция заметно улучшает органолептические свойства продукта, ускоряет усвоение и активизирует метаболизм углеводов. Параллельно снижается риск появления негативных реакций со стороны органов пищеварения, таких как дискомфорт, тяжесть в желудке или расстройство стула.

Следовательно, точное соблюдение данной формулы является важным условием полноценного снабжения организма энергией и значительным повышением функциональных возможностей спортсменов (см. рисунок). Однако важнейшую роль играет индивидуальный фактор спортсмена, включая вес и физическую подготовку. Так, крупные атлеты имеют большую мышечную массу и, соответственно, требуют больше углеводов, способных усваиваться быстрее. Напротив, легким спортсменам большие объемы углеводов могут доставить неудобства.

Регулярный прием специальных гелей («тренировка кишечника») в течение длительного периода способен повышать активность транспортных белков, облегчающих усвоение углеводов и уменьшая вероятность негативных последствий, связанных с желудочно-кишечным трактом [4].

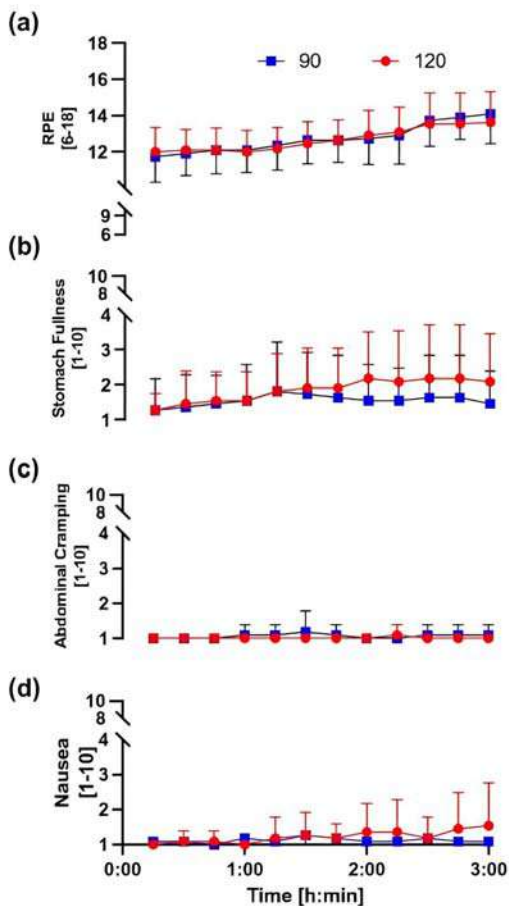
Рассмотрим теперь два наиболее популярных бренда спортивных гелей – *SIS* и *Maurten*. Продуктовая линейка *SIS* отличается сбалансированным составом с содержанием умеренно низкого количества углеводов (примерно 22–40 г). Такие гели характеризуются низкой осмолярностью, подходящей для коротких и среднесрочных занятий спортом. Особенность продукции *SIS* состоит в отсутствии необходимости запивать гель жидкостью, что облегчает применение во время движения¹.

Компания *Maurten*² выделяется инновационной технологией гидрогеля, позволяющего удерживать значительное количество углеводов (до 90 г) и обеспечивать стабильную поставку глюкозы в кровоток.

¹ *Science in Sport*. – URL: <https://www.scienceinsport.com> (дата обращения: 09.12.2024).

² *Maurten* official website. – URL: <https://www.maurten.com> (дата обращения: 09.12.2024).

Данный подход сделал продукцию брендом номер один среди ультрадистанционщиков, участвующих в сложных соревнованиях, таких как сверхмарафоны и многодневные мероприятия.



Оценка субъективного усилия (RPE):
полнота желудка, спазмы в животе, тошнота¹

Итоги проведенных исследований указывают на необходимость тщательного подхода к выбору спортивных гелей. Формула продукта должна соответствовать индивидуальным характеристикам спортс-

¹ Составлено по: [3].

мена, учитывая его массу тела, уровень физической подготовки и личные предпочтения. Грамотно подобранный состав способен увеличить спортивный потенциал и снизить риск развития неприятных явлений, связанных с ЖКТ.

Библиографический список

1. *Advances in Exercise, Fitness, and Performance Genomics in 2012* / L. Perusse, T. Rankinen, J. M. Hagberg et al. // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. – 2013. – Vol. 45, no. 9. – P. 1814–1824.
2. *Design of a Versatile pH-Responsive Hydrogel for Potential Oral Delivery of Gastric-Sensitive Bioactives* / A. R. Hibbins, P. Kumar, Y. E. Choonara et al. // *Polymers*. – 2017. – Vol. 9, no. 474. – Art. 474.
3. *Increased exogenous but unaltered endogenous carbohydrate oxidation with combined fructose-maltodextrin ingested at 120 g h⁻¹ versus 90 g h⁻¹ at different ratios* / T. Podlogar, S. Bokal, S. Cirnski, G. A. Wallis // *European Journal of Applied Physiology*. – 2022. – Vol. 122, no. 11. – P. 2393–2401.
4. *Nutritional Strategies to Promote Postexercise Recovery* / M. Beelen, M. B. Louise, J. G. Martin et al. // *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. – 2010. – Vol. 20, no. 5. – P. 390–397.
5. *Supplement intake in half-marathon, (ultra-)marathon and 10-km runners – results from the NURMI study (Step 2)* / W. Katharina, M. Mohamad, T. Derrick et al. // *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. – 2021. – Vol. 18, no. 1. – Art. 64.

Секция 2. Инновационные технологии переработки сырья и производства пищевых продуктов

Л. Г. Елисеева, Н. О. Раков, Д. С. Кокорина

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, г. Москва

Использование инновационных методов контроля физиологического состояния плодов с целью снижения потерь на этапах товародвижения

Аннотация. Проведен сравнительный анализ эффективности использования инструментальных экспресс-методов оценки физиологического состояния климатерических плодов на примере плодов авокадо и прибора для неразрушающего контроля плодов «Измеритель качества авокадо F-751» фирмы *Felix Instruments*, использующего принципы гиперспектральной спектроскопии в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне, рекомендованном для экспресс-оценки содержания сухих веществ как индикатора степени зрелости плодов.

Ключевые слова: маркеры лежкоспособности; инструментальные экспресс-методы; гиперспектральная спектроскопия; степень зрелости.

Осознанная приверженность населения в экономически развитых странах к здоровому образу жизни привела к постоянному увеличению спроса населения на свежие фрукты, ягоды и овощи, что в свою очередь обуславливает ежегодное увеличение объемов их производства [1]. Рост объемов производства сопровождается увеличением количественных и качественных потерь продукции. В мире по данным ФАО и Международного института холода потери сырья и пищевых продуктов составляет от 20 до 30 %¹. Наиболее высокий уровень потерь до 40–45 % установлен для свежей плодоовощной продукции в производственно-сбытовой цепочке. По данным крупных торговых сетей в структуре пищевых отходов свежая плодоовощная продукция находится на первом месте по объемам списания и может достигать 25–40 %. Такой высокий уровень потерь обусловлен комплексом биотических и абиотических факторов, влияющих на уровень резистентности плодов и овощей к неблагоприятным факторам.

¹ Потери продовольствия и пищевые отходы // ФАО. – URL: <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/ru/> (дата обращения: 30.01.2025).

Качество свежей плодоовощной продукции, сформированное в процессе выращивания, находится в прямой зависимости от уровня обеспечения необходимых, научно-обоснованных индивидуальных технологических и температурно-временных условий обеспечения товародвижения. Для управления качеством продукции необходима разработка маркеров, позволяющих оценивать потенциальную лежкоспособность плодоовощной продукции и прогнозировать реальные сроки хранения на конкретных этапах продвижения продукции после ее сбора. При обеспечении товародвижения свежей плодоовощной продукции необходимо учитывать, что в данных растительных объектах постоянно протекают процессы жизнедеятельности, обуславливающие физиологическую активность процессов, направленных на поддержание жизнедеятельности растительных тканей. Активность протекания процессов дыхания и созревания влияет на динамику снижения содержания макро- и микронутриентов в продукции, на их устойчивость к поражению микробиологическими и физиологическими заболеваниями, уровень естественной убыли и на потребительские свойства на этапе реализации потребителю. Объективная оценка индивидуального уровня физиологической активности для каждого вида свежей плодоовощной продукции позволяет определить индивидуальные критерии потребительских свойств, определяющие потенциальную лежкоспособность и разработать механизмы управления условиями, сроками хранения и реализации продукции с целью максимально возможного сохранения пищевой ценности и снижения потерь.

Для большинства климактерических плодов одним из важнейших критериев, определяющих физиологическую активность плодов является степень зрелости. В предыдущих исследованиях нами были разработаны индивидуальные маркеры для конкретных видов климактерических плодов, позволяющие с высоким уровнем достоверности устанавливать их степень зрелости. В соответствии с установленным диапазоном значений, характеризующим степень зрелости, были определены оптимальные сроки хранения плодов на распределительном центре и в торговом предприятии. Например, для авокадо была составлена шкала степени зрелости плодов, характеризующая значения основных маркеров зрелости (твердость мезокарпия, цветовая характеристика кожуры в колориметрической системе $L^*a^*b^*$, содержание растворимых сахаров и концентрация этилена). Были установлены диапазоны значения маркеров для степени зрелости плодов «*Mature green*», соответствующей физиологическому состоянию плодов, поступивших на распределительный центр до этапа дозаривания, степени зрелости созревших авокадо, необходимой для отправки в торговую сеть, степени зрелости плодов RTE (готовой к употреблению) и критической

степени зрелости, соответствующей окончанию срока хранения плодов. Для каждого уровня физиологического состояния были установлены рекомендуемые сроки хранения. Полученная шкала зрелости позволяет эффективно управлять режимами и сроками хранения плодов авокадо, рекомендации прошли производственные испытания при приемке, хранении и реализации плодов авокадо сорта Хасс в реальных производственных условиях и были использованы при оптимизации паспорта качества для плодов авокадо в торговой сети [2; 4].

При всей эффективности использования предложенных маркеров степени зрелости плодов авокадо, необходимо учитывать, что в настоящее время большое внимание уделяется разработке новых методов определения дефектов, оценки качества и степени зрелости плодов с использованием интегральных показателей, полученных с использованием цифровых технологий, которые позволяют использовать неразрушающие методы контроля и принимать онлайн решения о качестве поступающей на хранение или реализацию плодоовощной продукции [3]. Проведено много исследований, подтвердивших эффективность использования методов с использованием анализа гиперспектрального изображения в широком диапазоне измерения, анализа спектроскопической информации в ультрафиолетовом (*UV*), видимом/ближнем инфракрасном (*VNIR*) или коротковолновом инфракрасном (*SWIR*) диапазоне. Использование метода гиперспектрального изображения для анализа качества плодов основано на одновременном изучении спектральных и пространственных характеристик, позволяет осуществлять сегментацию поверхности и идентифицировать спектральные сигналы, соответствующие различному физиологическому состоянию плодов [5].

В настоящее время разработаны аппаратные решения для проведения анализов растительных объектов в разных диапазонах измерения для оценки, классификации и сортировки больших объемов информации, характеризующих качество и наличие дефектов разных видов растительной продукции, в том числе и плодов авокадо. Последние достижения в области компьютерного зрения, модели искусственного интеллекта, новые поколения компьютерных программ играют ключевую роль в обеспечении возможности использования методов гиперспектрального анализа для оценки качества растительной продукции, для целей оценки и сортировки продукции по размеру, форме и цвету. Данные модели требуют обучения на больших объемах данных по каждому виду растительного объекта и по каждому исследуемому параметру для обеспечения масштабируемости и адаптивности предлагаемых методов.

На данный момент на рынке присутствуют несколько компаний, предлагающих коммерческие решения для гиперспектральной визуализации и исследования растительной продукции. Наиболее перспективными являются камеры, работающие в *VNIR* диапазоне видимого и ближнего инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм. Такие камеры могут фиксировать появление болезней растений, повреждения сельхозвредителями, оценивать урожайность растений, оценивать пигментацию зеленой массы растений и отдельных листовых поверхностей, в частности, оценивать концентрацию хлорофилла, азота и других соединений. Камеры гиперспектрального анализа в *SWIR* диапазоне (коротковолновом инфракрасном), осуществляют измерения в спектральном диапазоне 1,4–3,0 мкм. Волновое излучение в данном диапазоне способно проникать через кожуру плода и потом отражаются от мякоти. *SWIR*-камеры рекомендуют использовать для фотосепарации загнивших овощей и фруктов. В местах физиологического, микробиологического и механического повреждения происходит увеличение содержания свободной влаги, которая хорошо фиксируется на снимках в виде темных пятен и отражается на спектрограммах.

По данному принципу был разработан и выпускается компанией «*Felix Instruments*» портативный прибор «Измеритель качества авокадо *F-751*». Прибор *F-751* использует световое взаимодействие в диапазоне длин волн *NIR* для определения содержания сухих веществ (ССВ) в мякоти авокадо. На основании анализа данных спектральной сигнатуры портативный прибор позволяет определять ССВ в плодах авокадо, который является обратным значением содержания влаги в мякоти плодов. ССВ в авокадо является стандартным критерием, характеризующим достижение плодом необходимого уровня созревания, позволяющего осуществлять дозревание плодов до степени зрелости *RTE* (готовой к употреблению) и коррелирует с содержанием жира. Прибор *F-751* используется для точечного измерения ССВ. Значение ССВ зависит от места измерения и физиологического состояния плодов и может колебаться в большом диапазоне. В этой связи рекомендуется осуществлять измерение ССВ в нескольких точках и определять среднеарифметическое значение показателя.

Для изучения эффективности использования данного метода с целью установления степени зрелости плодов, нами был проведен комплекс сравнительных исследований с использованием прибора «Измеритель качества авокадо *F-751*» (*Felix Instruments*) и результатов определения разработанных нами маркеров оценки степени зрелости плодов авокадо.

Для исследования были отобраны плоды авокадо сорта Хасс страны-производителя Перу, однородные по размеру (масса 140–160 г),

которые были сгруппированы по степени зрелости. Первый образец плодов соответствовал плодам, поступающим на распределительный центр в степени зрелости «*Mature green*» и второй образец в степени зрелости *RTE*. В каждом образце были отобраны плоды без механических, физиологических и микробиологических повреждений по 15 шт. для каждого варианта.

На первом этапе исследований было изучено влияние места расположения точки на поверхности плода, в которой проводилось измерение ССВ с использованием прибора *F-751*, на сопоставимость получаемых результатов. Измерения ССВ проводили в районе прикрепления плодоножки (ССВ составило 21,7 %), на поперечном экваторе плода (18,4 %), в зоне на 2 см выше (20,4 %) и ниже (18,6 %) экватора, в районе дистального конца (15,4 %). Среднее значение, которое было получено для оценки степени зрелости составляет 18,9 %. Разброс значений ССВ составляет около 35 %. Это существенное различие, которое не позволяет сделать объективное заключение о степени зрелости плода. В этой связи нами было рекомендовано проводить измерение сухих веществ в плодах авокадо в районе максимального поперечного диаметра в трех точках, находящихся под углом 120 °С и определять среднее значение. Колебание значений при этом составляло около 2–5 % и адекватно позволяло судить о содержании сухих веществ.

Для определения возможности использовать один показатель – ССВ в плодах для оценки степени зрелости, рекомендованный производителями прибора, был проведен цикл сравнительных исследований и определено ССВ в большой выборке плодов (30 шт.) разной степени зрелости. Параллельно в данных образцах проводился анализ значения маркеров, объективно отражающих физиологическое состояние исследуемых плодов, адекватно коррелирующие с их сроками хранения: интенсивность выделения этилена, твердость мезокарпия, ССВ, цветковые характеристики кожуры плода в колориметрической системе $L^*a^*b^*$ и органолептические показатели.

Было установлено, что колебание ССВ в плодах степени зрелости «*Mature green*» находилось в пределах от 13,6 до 15,7 %. В плодах степени зрелости *RTE* ССВ колебалось от 19,4 до 24,9 %. Данные по ССВ в исследуемых плодах авокадо позволяют судить только о соответствии данного значения требованиям, установленным в ГОСТ 34270-2017, определяющих минимальное значение ССВ в плодах, предназначенных для реализации потребителям (для Хасс не менее 21 %). Однако для управления качеством и снижения потерь плодов на этапах товародвижения необходимо оценивать реальное состояние степени зрелости плодов, позволяющее определять объективный рекомендуе-

мый срок хранения плодов на каждом этапе продвижения плодов к потребителям. На основании проведенных многочисленных исследований нами были установлены сроки хранения плодов в зависимости от диапазона, в котором находятся значения маркерных показателей и разработана шкала зрелости плодов, коррелирующая с рекомендованным сроком хранения.

В качестве наиболее значимых маркеров лежкоспособности плодов авокадо рекомендовано использовать значение ССВ, твердость плодов, цветовые характеристики в колориметрической системе $L^*a^*b^*$. Все рекомендуемые маркеры лежкоспособности определяются в течение 5 мин с использованием экспресс-методов и использованием цифровых устройств, которые позволяют объективно оценивать степень зрелости плодов. Результаты сравнительных исследований показывают, что определение значений ССВ, полученных с использованием прибора «Измеритель качества авокадо *F-751*» позволяет определить только соответствие плодов требованиям стандарта при приемке товара к реализации. Для определения оптимального срока хранения конкретных плодов авокадо в зависимости от онлайн физиологического состояния, рекомендуется проводить дополнительный экспресс анализ показателей ССВ, твердости и цветовых характеристик плодов.

Библиографический список

1. Акимов М. Ю., Макаров В. Н., Жбанова Е. В Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 2. – С. 56–60.
2. Пищевая ценность и товарное качество плодов авокадо / М. А. Николаева, Л. Г. Елисеева, Н. О. Раков, Д. С. Кокорина // Food processing industry. – 2025. – № 4. – С. 78–82.
3. Сортировка плодов авокадо по гиперспектральным изображениям / Д. А. Метленкин, Р. А. Платова, Ю. Т. Платов и др. // Пищевые системы. – 2023. – № 1. – С. 46–52.
4. Effect of biopolymer coatings made of zein nanoparticles and ϵ -polylysine as postharvest treatments on the shelf-life of avocados (*Persea americana* Mill. Cv. Hass) / F. Garcia, W.-J. Lin, V. Mellano, G. Davidov-Pardo // Journal of Agriculture and Food Research. – 2022. – No. 7. – P. 2–13.
5. Principles and applications of hyperspectral imaging in quality evaluation of agrofood products: A review / G. Elmasry, M. Kamruzzaman, D.-W. Sun, P. Allen // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2012 – Vol. 52 (11). – P. 999–1023.

Перспективы использования ягодного сырья для разработки продуктов функционального назначения

Аннотация. Интерес к продуктам функционального питания растет с каждым годом, на рынок выходят новые продукты, которые содержат в своем составе такие функциональные ингредиенты, как витамины, пищевые волокна, полиненасыщенные жирные кислоты, флавоноиды и др. Ягодное сырье является весьма ценным, оно содержит в своем составе аскорбиновую кислоту, витамины группы В; хлорогеновую кислоту, пищевые волокна, антоцианы. Все эти нутриенты содержат ягоды жимолости. Антоцианы обладают антиоксидантными, противовоспалительными, гипогликемическими, антимуtagenными, антидиабетическими, противораковыми, нейропротекторными свойствами, а также полезны для здоровья глаз. Основные источники антоцианов – темноокрашенные плоды, среди которых ягоды бузины, жимолости, рябины черноплодной, граната и черники являются лидерами по содержанию этих соединений. В статье исследован химический состав разных сортов ягод жимолости, произрастающей в Уральском регионе, и перспективы использования данного сырья для производства продуктов функционального питания.

Ключевые слова: жимолость; антоцианы; флавоноиды; химический состав; сорт; функциональные продукты; физико-химические показатели; пюре из ягод.

На базе кафедры технологии питания Уральского государственного экономического университета было исследовано 11 сортов жимолости по пищевой ценности, произрастающей в Уральском регионе, в частности, содержания антоцианов и других нутриентов¹. Эти же сорта жимолости были исследованы на пищевую ценность, витаминный и минеральный состав, а также дана оценка органолептических свойств каждого исследуемого сорта жимолости в соответствии с ГОСТ 33823-2016 и представлены физико-химические показатели (табл. 1)².

По физико-химическому составу и выбраны перспективные сорта для разработки рецептур ягодного пюре для производства функциональных десертов. Перспективные сорта представлены в табл. 2. Жимолость является богатым источником антоцианов. По данным ряда исследований содержание антоцианов может достигать 400–450 мг/100 г. Это зависит от сорта, места произрастания, погодных условий в период созревания.

¹ ГОСТ Р 55577-2013 «Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности».

² ГОСТ Р 58012-2017 «Жимолость свежая съедобная. Технические условия».

Т а б л и ц а 1

**Химический состав сортов жимолости,
произрастающих в Уральском регионе, на 100 г**

Показатель	Количественное обозначение
Пищевая ценность	
Вода, г	85,6
Белки, г	—
Жиры, г	—
Углеводы, г	8,6
Калорийность, ккал	39,6
Витаминная ценность, мг	
А	0,05
В ₁	0,01
В ₂	0,018
В ₉	0,072
С	150 000
Р	600–1 800
Минеральная ценность, мг	
К	70
Са	19
Mg	21
Na	35
Р	35
Fe	0,8

Исследования действия антоцианов на некоторые факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний показали, что употребление продуктов, богатых антоцианами, снижает содержание липопротеинов низкой плотности и при этом увеличивает уровень липопротеинов высокой плотности [1; 2].

Т а б л и ц а 2

**Химический состав перспективных сортов жимолости,
произрастающей в Свердловской области, на 100 г съедобной части**

Показатели	Сорта жимолости			
	Альтаир	Амфора	Бархат	Морена
Углеводы, г	9,84±0,13	8,02±0,19	9,05±0,20	8,15±0,15
Аскорбиновая кислота, мг	30,2±0,5	23,2±0,5	27,6±0,8	22,8±0,5
Витамин В ₁ , мг	1,8±0,01	1,4±0,02	2,7±0,02	2,8±0,02
Витамин В ₂ , мг	2,5±0,2	2,5±0,2	2,6±0,2	2,5±0,2
Витамин Е, мг	0,20±0,02	0,60±0,10	0,55±0,10	0,60±0,10

Показатели	Сорта жимолости			
	Альтаир	Амфора	Бархат	Морена
Каротиноиды, мг	0,25±0,1	0,30±0,1	0,42±0,1	0,28±0,1
Флавоноиды, мг	245±17	220±15	260±12	210±10
Антоцианы, мг	218±11	230±12	260±15	260±15
Органические кислоты, мг	1 450±64	1 260±4	1 285±5	1 370±5

В процессе научного исследования объектами являлось сырье, использованное для моделирования рецептур, соответствующее требованиям нормативно-технологической документации. При моделировании рецептур применялись:

- жимолость по ГОСТ Р 58012-2017;
- сахар-песок по ГОСТ 33222-2015;
- пектин низкоэтерифицированный по ГОСТ 29186-91;
- цитрат кальция по ГОСТ Р 54538-2011;
- цитрат натрия по ГОСТ 31227-2013;
- кислоты лимонной моногидрат по ГОСТ 908-2004;
- подсластитель «Комплетта» по ТУ 10.89.19.150-02-02069214-2020 [3];
- вода питьевая по СанПин 2.1.4.1074, ГОСТ Р 51232-98, ГОСТ 32220-2013.

Перед приготовлением пюре из ягод жимолости сырье предварительно подготавливали. Ягоды перебрали, удалив некондиционные, удалив листочки, веточки, прочие посторонние примеси. Промыли проточной водой с помощью дуршлага. Затем ягоды сушили, разложив в один слой на листах, застеленных полотенцами. Во время сушки проводили повторную инспекцию, удаляя некондиционные плоды и подготавливали сухие ингредиенты для введения в пасту. Обсушенные ягоды заложили в чашу блендера и на средней скорости измельчали до однородного гомогенного состояния.

Сухие ингредиенты подготавливали следующим образом. Для пюре с комплексной смесью для низкокалорийных сладких блюд «Комплетта», отмеряли необходимое количество смеси и лимонной кислоты, взвешивая на весах, а для пюре с сахаром – сахар, пектин, лимонную кислоту, цитрат кальция и натрия. Необходимое количество смеси «Комплетта» разводили в теплой воде температурой 30–40 °С, оставляли для набухания на 25–30 мин. Затем, набухшую смесь пробивали ручным блендером на низкой скорости и постепенно вводили в ягодную пасту из жимолости, гомогенизируя в чаше блендера на низкой скорости.

сти. В конце процесса добавляли раствор процеженной лимонной кислоты. Для пюре с сахаром технологический процесс тот же самый. Пектин смешивали с частью сахара (1:3), цитратом кальция, цитратом натрия и разводили в теплой воде температурой 40–50 °С, оставляли для набухания на 25–30 мин. Далее смесь пробивали ручным блендером на низкой скорости и постепенно вводили в ягодное пюре из жимолости, гомогенизируя в чаше блендера на низкой скорости. В конце процесса добавляли раствор процеженной лимонной кислоты. Пищевая ценность разработанных образцов пюре приведена в табл. 3 и 4.

Таблица 3

**Пищевая ценность ягодной пасты из жимолости
с низкокалорийной смесью «Комплетта»**

Показатель	Ягодная паста	Пектин	Цитрат кальция	Цитрат натрия	Лимонная кислота	Вода	Итого
Масса, г	87,0	2,6	0,2	0,1	0,1	10,0	100,0
Углеводы, г	5,6	0,3	–	–	–	–	5,9
Пищевые волокна, г	2,1	2,0	–	–	–	–	4,1
Витамин В ₁ , мг	1,9	–	–	–	–	–	1,9
Витамин В ₂ , мг	2,2	–	–	–	–	–	2,2
Витамин В ₉ , мкг	78,3	–	–	–	–	–	78,3
Витамин К, мкг	17,4	–	–	–	–	–	17,4
І, мкг	78,3	–	–	–	–	–	78,3
Мп, мг	0,9	–	–	–	–	–	0,9
Флавоноиды, мг	200,0	–	–	–	–	–	200,0
Антоцианы, мг	208,7	–	–	–	–	–	208,7
Энергетическая ценность, ккал	30,6	1,4	–	–	–	–	32,0

Таблица 4

Пищевая ценность ягодной пасты из жимолости с сахаром

Показатель	Ягодная паста	Сахар	Пектин	Цитрат кальция	Цитрат натрия	Лимонная кислота	Вода	Итого
Масса, г	62,0	25,0	2,6	0,2	0,1	0,1	10,0	100,0
Углеводы, г	4,0	24,9	0,3	–	–	–	–	29,2
Пищевые волокна, г	1,5	–	2	–	–	–	–	3,5
Витамин В ₁ , мг	1,4	–	–	–	–	–	–	1,4
Витамин В ₂ , мг	1,6	–	–	–	–	–	–	1,6

Окончание табл. 4

Показатель	Ягодная паста	Сахар	Пектин	Цитрат кальция	Цитрат натрия	Лимонная кислота	Вода	Итого
Витамин В ₉ , мкг	55,8	–	–	–	–	–	–	55,8
Витамин К, мкг	12,4	–	–	–	–	–	–	12,4
Г, мкг	55,8	–	–	–	–	–	–	55,8
Мп, мг	0,6	–	–	–	–	–	–	0,6
Флавоноиды, мг	143,0	–	–	–	–	–	–	143,0
Антоцианы, мг	149,0	–	–	–	–	–	–	149,0
Энергетическая ценность, ккал	21,8	99,8	1,4	–	–	–	–	123,0

Готовое ягодное пюре расфасовывали в термопакеты с датой изготовления, вакуумировали и замораживали в морозильной камере. В дальнейшем пюре может использоваться для приготовления сладких блюд и напитков.

В результате проведенных исследований были разработаны рецептуры ягодного пюре из жимолости с низкокалорийной смесью «Комплетта» и сахаром, которые являются источником антоцианов, флавоноидов и могут использоваться в качестве функционального ингредиента при создании десертов функционального назначения.

Библиографический список

1. Багмет Л. В., Тихонова Н. Г. Номенклатурные стандарты сортов жимолости селекции Павловской опытной станции ВИР *Vavilovia* // Садоводство и виноградарство. – 2023. – № 2. – С. 201–213.
2. Богатырев А. Н., Степанова Н. Ю. Технологическая оценка разных сортов жимолости для замораживания и сушки // Пищевая промышленность. – 2016. – № 3. – С. 44–47.
3. Минниханова Е. Ю., Ильина Н. А. Перспективы применения комплексной добавки подсластителей при разработке рецептур функциональных десертов // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы X Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 25 апреля 2023 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ, 2023. – С. 100–104.

Л. П. Нилова, В. Р. Тверской, С. М. Малютенкова
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург

Влияние порошка из кофейной гущи на колориметрические характеристики печенья

Аннотация. Представлены результаты исследований колориметрических характеристик печенья с добавкой порошка из кофейной гущи. Было изготовлено образцы песочно-выемного сдобного печенья с порошком кофейной гущи в количествах от 3 до 6 %. Оценку колориметрических характеристик печенья проводили в системе *CIE Lab* на спектрофотометре CM-5 по светлоте L^* , координатам цвета a^* и b^* , на основании чего рассчитана разница в цвете ΔE . Сделан вывод, что существенные изменения колориметрических характеристик печенья происходят при добавлении 3 % порошка из кофейной гущи. Повышение количества порошка в рецептуре печенья снижает различия колориметрических характеристик между опытными образцами.

Ключевые слова: кофейная гуща; печенье; рецептура; технология, индексы цвета.

Кофейные отходы образуются не только в странах, выращивающих кофейные бобы и/или, производящих кофе. В любом кафе и ресторане после приготовления напитка из кофе образуется кофейная гуща (*spent coffee grounds*), которая подлежит утилизации. На 1 кг кофе приходится около 2 кг влажной кофейной гущи, а ежегодно в мире ее образуется около 6 млн т [4].

Кофе содержит много биологически активных веществ, но только часть из них экстрагируется при приготовлении напитка [1; 2]. Белки, липиды, пищевые волокна полностью и фенольные соединения частично остаются в кофейной гуще, что создает потенциал использования их для обогащения пищевых продуктов. При производстве растворимого кофе в кофейных отходах сохраняется около 95 % фенольных соединений [2]. В кофейной гуще из кофе светлой обжарки фенольных соединений содержится в 3 раза больше, чем в кофейной гуще из кофе темной обжарки, что обеспечивает их антиоксидантную активность в 2,3 и 3,3 раза больше по отношению к радикалам *ABTS* и *DPPH*, соответственно [6]. Увеличение времени обжарки кофе с 6 до 10 мин приводит к интенсификации образования коричневых пигментов в результате реакции Майяра, увеличивая индекс потемнения (при 420 нм) с 0,45 до 1,84 и снижая значения светлоты L^* до 41,04 ед. Существенных изменений колориметрических характеристик между жареным кофе и сухой кофейной гущей не происходит [3].

Одним из объектов обогащения кофейной гущей являются мучные кондитерские изделия. Их добавляют в мафины [6; 8] и печенье [5; 7].

С увеличением количества сухой кофейной гущи в мучных кондитерских изделиях повышается их антиоксидантная активность и количество пищевых волокон, но существенно изменяются органолептические показатели, особенно цвет. Наиболее приемлемым качеством для потребителей обладают маффины с добавлением сухой кофейной гущи в количестве до 2 % взамен пшеничной муки [6; 8], а в печенье – до 7 % в зависимости от рецептуры [7; 9]. Повышение количества сухой кофейной гущи до 30 % в рецептуре маффинов отражается не только на его структуре, но и на появлении неприемлемого потребителем вкуса [8].

Целью работы явилось исследования влияния порошка сухой кофейной гущи на колориметрические характеристики печенья.

Для исследований за основу была взята рецептура песочно-выемного сдобного печенья круглого, рецептура 155в¹. Сухую кофейную гущу измельчали и смешивали с пшеничной мукой высшего сорта в количестве: 30, 40, 50 и 60 г на 1000 г муки. Затем добавляли все остальные подготовленные ингредиенты и замешивали тесто, которое формовали в виде кругов и выпекали в течение 18 мин при 170 °С. Исследования проводили после охлаждения печенья в течение 1 ч при комнатной температуре.

Оценку колориметрических характеристик печенья проводили в системе *CIE Lab* с использованием спектрофотометра *CM-5 KONICA MINOLTA* по трем показателям: светлота L^* (от черного $L = 0$ до белого $L = 100$), координаты цвета – a^* (от зеленого [–] до красного цвета [+]) и b^* (от синего [–] до желтого цвета [+]). Разницу в цвете ΔE рассчитывали между значениями колориметрических характеристик предыдущего и последующего образцов печенья по формуле

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0,5}.$$

Анализ общей разницы в цвете (ΔE) печенья оценивали по классификации: незаметная ($\Delta E < 0,2$); очень незначительная ($0,2 \leq \Delta E < 0,5$); незначительная ($0,5 \leq \Delta E < 1,5$); различимая ($1,5 \leq \Delta E < 3,0$), легко различимая ($3,0 \leq \Delta E < 6,0$) и существенная разница в цвете ($6,0 \leq \Delta E$).

Результаты исследований показали, что добавление 3,0 % порошка кофейной гущи существенно изменяют колориметрические характеристики по отношению к контролю, которое становится темнее, снижая значения L^* на 23,8 %. Разница в цвете составляет 19,44 (см. таблицу). Координаты цвета смещаются в сторону красных (координата a^*) и желтых (координата b^*) оттенков, поскольку кофейная гуща имеет темный цвет из-за образования меланоидинов во время обжарки кофе.

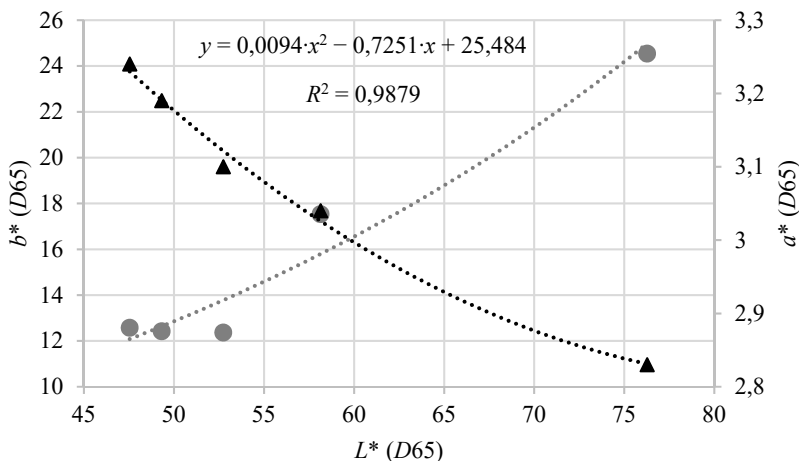
¹ Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания: справочник. – СПб.: Троицкий мост, 2017. – 194 с.

Колориметрические характеристики печенья с порошком из кофейной гущи

Колориметрические характеристики	Сдобное печенье				
	контроль	с порошком из кофейной гущи, %			
		3,0	4,0	5,0	6,0
$L^* (D65)$	76,27	58,14	52,74	49,32	47,54
$a^* (D65)$	2,83	3,04	3,10	3,19	3,24
$b^* (D65)$	24,54	17,53	12,36	12,42	12,57
ΔE	—	19,44	7,47	3,43	1,79

При увеличении количества порошка кофейной гущи до 4,0 % печенье становилось темнее по сравнению с контролем, но по сравнению с образцом печенья с 3 % порошка эти изменения были менее существенны. Разница в цвете составила 7,47 ед., что в 2,6 раза меньше, чем между контролем и опытным печеньем с 3 % порошка. Дальнейшее увеличение количества порошка снижало разницу в колориметрических характеристиках между опытными образцами печенья, что подчинялось полиномиальной зависимости 2-го порядка (см. рисунок).

Между образцами печенья с 5,0 и 6,0 % порошка кофейной гущи разница в цвете была различимая в диапазоне значений ($1,5 \leq \Delta E < 3,0$), но статистически значимых изменений координат цвета a^* и b^* не установлено.



Влияние координат цвета на значения светлоты печенья
в зависимости от количества добавки порошка кофейной гущи:

▲ – $a^* (D65)$; ● – $b^* (D65)$

Таким образом, использование добавки порошка из кофейной гущи в рецептуре печенья вносит существенные изменения в его колориметрические характеристики. Печенье становится темнее при смещении координат цвета a^* и b^* в сторону красных и желтых оттенков. Дальнейшее повышение количества порошка кофейной гущи в рецептуре печенья приводит к снижению различий колориметрических характеристик между опытными образцами.

Библиографический список

1. *Кофе*: содержание кофеина и антиоксидантная активность на разных этапах экстрагирования / Л. П. Нилова, С. М. Малютенкова, В. Р. Тверской, Р. Р. Мухутдинов // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 10. – С. 192–199.
2. *Хаипакич Б. О., Красина Т. Б.* Кофейный шлам как сырье для получения биологически активных добавок // Научные труды КубГТУ. – 2016. – № 14. – С. 334–339.
3. *A study of chemical Composition, Antioxidants, and volatile compounds in roasted Arabic* / E. Alamri, V. Rozan, H. Bayomy et al. // Saudi Journal of Biological Sciences. – 2022. – No. 29. – P. 3133–3139.
4. *Bio-recycling of spent coffee grounds: Recent advances and potential applications* / B. Yusufoglu, G. Kezer, Yi. Wang et al. // Current Opinion in Food Science. – 2024. – No. 55. – Art. 101111.
5. *Han I., Lee Ch.-S.* Quality properties and bioactivities of American cookies with coffee extract residues // LWT. – 2021. – No. 151. – Art. 112173.
6. *Incorporation of spent coffee grounds in muffins: A promising industrial application* / D. B. Benincá, L. B. do Carmo, M. Grancieri et al. // Food Chemistry Advances. – 2023. – No. 3. – Art. 100329.
7. *Martinez-Saez N., Garcia A. T., Perez I. D.* Use of spent coffee grounds as food ingredient in bakery products // Food Chemistry. – 2017. – No. 216. – P. 114–122.
8. *Reuse of spent espresso coffee as sustainable source of fibre and antioxidants. A map on functional, microstructure and sensory effects of novel enriched muffins* / C. Severini, R. Caporizzi, A. G. Fiore et al. // LWT. – 2020. – No. 119. – Art. 108877.
9. *Sharma A., Ray A., Singhal R. S.* A biorefinery approach towards valorization of spent coffee ground: Extraction of the oil by supercritical carbon dioxide and utilizing the defatted spent in formulating functional cookies // Future Foods. – 2021. – No. 4. – Art. 100090.

Микопротеин и его производственно-ценные свойства в отношении пищевой безопасности

Аннотация. В статье обсуждается содержание микотоксинов и аллергенов в микопротеине – белке, извлеченном из биомассы *Pleurotus ostreatus*. Указывается, что микопротеин обладает рядом преимуществ перед традиционным белком и может оказывать положительное влияние на организм. Отмечается, что у людей с аллергией на плесень, этот продукт может вызывать аллергические реакции. Проводится сравнение продуцентов, относящихся к плесневым и съедобным грибам, по выделению микотоксинов и безопасности. Установлено, что условия культивирования и обработки мицелия могут влиять на их микробиологическую безопасность.

Ключевые слова: микробный белок; микопротеин; микотоксины; аллергия; *Pleurotus ostreatus*.

Стабильный рост мирового населения требует активного развития продовольственной отрасли для обеспечения большего разнообразия белковых продуктов питания и кормов. Традиционные источники белка, как животного, так и растительного происхождения, сталкиваются с трудностями в удовлетворении растущих потребностей рынка, поскольку агроклиматические ресурсы планеты имеют свои ограничения. Поэтому поиск альтернативных источников белка становится особенно важным.

Ключевым шагом в снижении дефицита белка без ущерба для экологической ситуации может стать производство микопротеина.

Грибной белок или микопротеин – это белок, получаемый из биомассы нитевидных грибов. Преимущественным отличием микопротеина является большое содержание белка, незаменимых аминокислот и других полезных питательных веществ, таких как витамины и минералы. Микопротеин был признан полезным заменителем мяса благодаря своей волокнистой структуре, высокой питательной ценности и уникальному функциональному профилю. А благодаря особому методу производства он оставляет гораздо меньший углеродный и водный след, чем традиционные методы выращивания [8].

Чаще всего микопротеин получают из плесневых грибов, таких как *Fusarium venenatum*, *Aspergillus oryzae* и *Trichoderma viride*. Однако существует возможность извлечения микопротеина из мицелия макромицетов, например, из *Pleurotus ostreatus*, известного также как вешенка обыкновенная.

Исследования под руководством Жанны Х. Боттин показали, что микопротеин может положительно влиять на организм. Он регулирует аппетит, снижает потребление энергии и помогает контролировать вес,

вызывая длительное чувство насыщения. Микопротеин также снижает инсулиногенный индекс, является источником антиоксидантов и полезен при высоком уровне холестерина и при наличии сердечно-сосудистых заболеваний [9].

Однако есть и риски, а именно сильные аллергические реакции у людей с аллергией на плесень, особенно у тех, кто чувствителен к микотоксинам.

Микотоксины (греч. «*mycos*» – «плесень», лат. «*toxicum*» – «ядовитый») – это вторичные метаболиты, вырабатываемые плесневыми грибами и оказывающие токсическое воздействие на позвоночных и насекомых. Основные продуценты микотоксинов относятся к родам *Fusarium*, *Penicillium* и *Aspergillus*. Эта способность является генетически обусловленной и связана с основными метаболическими путями. В зависимости от условий окружающей среды штаммы грибов могут как приобретать, так и утрачивать способность вырабатывать микотоксины, что свидетельствует о фенотипической обусловленности представленного процесса.

Употребление микотоксинов может вызывать как токсические, так и аллергические реакции [7]. В 2001 г. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США признало микопротеин безопасным для использования в продуктах питания, за исключением мяса птицы и мясных продуктов. Но, несмотря на это, с момента появления на рынке продуктов питания с микопротеином плесневых грибов в составе были случаи жалоб на неблагоприятные желудочно-кишечные реакции после их употребления. Симптомы варьировались от легкой тошноты до рвоты, которая была настолько серьезной, что требовала медицинской помощи. Пищевая аллергия была подтверждена специальными тестами [2; 5; 6].

Аллергические реакции на грибы и продукты с их содержанием могут быть вызваны перекрестной реактивностью, между *F. venenatum* и аллергеном *Fus c 1*. Однако, знаний об аллергенных белках грибов и их перекрестной реактивности с пищевыми продуктами все еще мало, и требуются дополнительные исследования [10].

Базидиомицеты, другая группа грибов, которые являются физически самыми крупными и морфологически наиболее сложными, также могут вызывать аллергию. Большинство аллергенов сосредоточено в клеточной стенке спор. Эти аллергены не присутствуют в микопротеине, так как он состоит исключительно из мицелия. Однако даже в мицелии может содержаться некоторое количество аллергенов.

Например, в мицелии *Pleurotus* было обнаружено не менее 13 аллергенов [4]. Токсикологическая оценка с помощью ВЭЖХ выявила наличие охратоксина А (3,4 частей на млрд) и пеницилловой кислоты

(2,7 частей на млрд), но эти концентрации можно считать относительно низкими по сравнению с другими грибами [3].

Pleurotus ostreatus является одним из самых популярных и наиболее изученных съедобных грибов и, как правило, не производит микотоксины в таких количествах, как плесневые. Этот гриб часто используется в качестве пищевой добавки и источника белка. И в общем случае, микопротеин, произведенный из *Pleurotus ostreatus*, считается более безопасным по сравнению с микопротеином, полученным из плесневых грибов.

Белок вешенки содержит все незаменимые аминокислоты, усвояемость достигает 90 %. А также вешенка богата витаминами группы В, включая В₁, В₂, В₅ и РР, а также витаминами С, Н и др. [1].

Тем не менее, важно учитывать, что субстрат для культивирования и условия роста, хранения и обработки грибов могут влиять на их микробиологическую безопасность. А для производителей микопротеина важно проводить тестирование на наличие микотоксинов и других потенциально опасных веществ [2].

Стоит упомянуть, что по данным *FDA*, 160 продуктов вызывают аллергические реакции, из которых 90 % приходится на арахис, яйца, молоко, рыбу, сою, моллюсков, пшеницу и орехи. Таким образом, микопротеин, как и другие источники белка, может вызывать аллергию, но для большинства людей, он безопасен [11].

Стабильный рост мирового населения требует активного развития продовольственной отрасли для обеспечения большего разнообразия белковых продуктов питания и кормов. Традиционные источники белка, как животного, так и растительного происхождения, сталкиваются с трудностями в удовлетворении растущих потребностей рынка, поскольку агроклиматические ресурсы планеты имеют свои ограничения. Поэтому поиск альтернативных источников белка становится особенно важным.

Библиографический список

1. Алексеев Е. Н., Полишко Т. М., Винников А. И. Пищевая, лечебная и экологическая ценность грибов *Pleurotus ostreatus* // *Biosystems Diversity*. – 2010. – № 1. – С. 3–9.
2. Киреев В. Р., Макурина О. Н., Киреева С. В. Некоторые аспекты направленного биологического воздействия на мицелий *Pleurotus ostreatus* и *Agaricus bisporus*, а также на ряд сельскохозяйственных растений // *Известия Самарского научного центра РАН*. – 2009. – № 1-1. – С. 217–222.
3. *Biochemical Analysis and Therapeutic Potential of Extract from Mushroom (Pleurotus ostreatus)* / H. Gul, S. Akbar, S. Gohar et al. // *International journal of applied and clinical research*. – 2024. – Vol. 2, no. 1. – P. 84–100.
4. Chaurasia P. K., Bharati S. L. Mushroom Allergy, Allergens, Cross-Reactivity and Processing Effects on Allergenicity // *Food Allergies*. – 2024. – P. 239–250.

5. *Immediate-type* hypersensitivity reaction to ingestion of mycoprotein (Quorn) in a patient allergic to molds caused by acidic ribosomal protein P₂ / M. Hoff, R. M. Trueb, B. K. Ballmer-Weber et al. // Journal of allergy and clinical immunology. – 2003. – Vol. 111, no. 5. – P. 1106–1110.
6. *Jacobson M. F., DePorter J.* Self-reported adverse reactions associated with mycoprotein (Quorn-brand) containing foods // Annals of Allergy, Asthma & Immunology. – 2018. – Vol. 120, no. 6. – P. 626–630.
7. *Lach M., Kotarska K.* Negative Effects of Occurrence of Mycotoxins in Animal Feed and Biological Methods of Their Detoxification: A Review // Molecules. – 2024. – Vol. 29, no. 19. – Art. 4563.
8. *Mushroom* mycelia as sustainable alternative proteins for the production of hybrid cell-cultured meat: A review / K. H. Maseko, T. Regnier, P. Bartels, B. Mering // Journal of Food Science. – 2025. – Vol. 90, no. 2. – Art. 70060.
9. *Mycoprotein* as a meat substitute: production, functional properties, and current challenges – a review / R. Khan, F. H. Brishti, B. Arulrajah et al. // International Journal of Food Science and Technology. – 2024. – Vol. 59, no. 1. – P. 522–544.
10. *Recent* advances in the allergic cross-reactivity between fungi and foods / H. Xing, J. Wang, Y. Sun, H. Wang // Journal of Immunology Research. – 2022. – Vol. 2022, no. 1. – Art. 7583400.
11. *Saeed F., Afzaal M., Khalid A.* Role of mycoprotein as a non-meat protein in food security and sustainability: A review // International Journal of Food Properties. – 2023. – Vol. 26, no. 1. – P. 683–695.

Ю. Ю. Миллер

Сибирский университет потребительской кооперации, г. Новосибирск

Стимулирование биохимических процессов при проращивании пшеницы

Аннотация. В процессе солодоращения можно создавать технологические условия, позволяющие регулировать биохимические изменения в сторону формирования определенного химического состава зерна. В работе показана возможность интенсификация процесса проращивания пшеницы за счет использования в технологии комплексного препарата «Энерген». Для исследования отобраны два сорта пшеницы, произрастающие в Алтайском крае, с высокими агротехническими характеристиками – «Алейская» и «Алтайская 100». Результаты исследования показали, что внесение препарата «Энерген» при замачивании усиливает протеолиз белков пшеницы, происходит их снижение на 27 %, увеличивается содержание аминокислот в солоде в среднем на 22 %.

Ключевые слова: протеолиз белков пшеницы; протеолитическая активность; стимулирование солодоращения; препарат «Энерген».

Зерновое сырье в нативном виде практически не используются в производстве напитков брожения, только в редких случаях – в небольших количествах для придания оригинальных органолептических

характеристик, например, при использовании ржаной муки в производстве кваса, или с целью снижения себестоимости производимой продукции, частично заменяя им традиционный солод. Основной причиной неиспользования нативного зернового сырья является «неподготовленность» такого сырья по химическому составу к его переработке с максимальной эффективностью получения на его основе напитков. В первую очередь это связано с отсутствием собственных ферментов в зерновом сырье, что препятствует проведению процесса приготовления зернового суслу на стадии затираания и требует проведения дополнительных технологических действий.

В связи с этим производство напитков брожения предполагает использование соложенного зернового сырья.

При соложении зернового сырья, в первую очередь важные для технологического эффекта, протекают биохимические процессы. При проращивании сырья изменяется его химический состав, происходит ферментообразование и частично начинается протекать под действием ферментов гидролиз высокомолекулярных соединений. В зависимости от особенности химического состава зернового сырья, связанных с различными факторами, в том числе сортовыми особенностями, условиями выращивания сырья, его хранения и другими, гидролитические процессы регулируются технологическими параметрами, применяемыми режимами на основных стадиях производства солода – замачивании и проращивании зерна [2].

В основном целью солодоращения является образование ферментов амилолитического, протеолитического и цитолитического действия и их активация. Гидролиз высокомолекулярных соединений, как правило, сдерживается, за исключением индивидуальных случаев. Так, например, при использовании сырья с высоким содержанием некрахмальных полисахаридов, процесс цитолитического растворения зерна желательно активизировать уже при его проращивании. Аналогичная потребность в протекании гидролиза наблюдается в случае использования высокобелкового сырья, так как повышенное содержания белка может привести к снижению коллоидной стойкости напитков, в связи с чем необходимо начать вести протеолиз белков уже на стадии проращивания зернового сырья.

Зачастую с целью стимулирования биохимических процессов при производстве солода используются различные активаторы роста химической или биохимической природы. Так, с целью в общем повышения ферментативной активности применяют различные ферментные препараты [1; 4], микроорганизмы [8], для более глубокого проведения протеолиза – специальные технологические подходы [2; 5; 6; 7], что также способствует повышению биологической ценности напитков.

Целью нашего исследования являлось повышения протеолитической активности соложенной пшеницы за счет использования при замачивании неорганического препарата «Энерген».

Объект исследования – пшеница на всех этапах солодоращения, предмет – экстрактивность пшеничного солода, протеолитическая активность зерна и содержание в нем белка на этапах солодоращения, содержание аминокислот в пшеничном солоде.

Материалы – пшеница яровых сортов «Алейская», «Алтайская 100», произрастающих в Алтайском крае с высокими агротехническими характеристиками, с повышенным содержанием белка – $14,5 \pm 0,3$ и $13,1 \pm 0,2$ % для первого и второго сортов соответственно; комплексный препарат «Энерген».

Методы исследования – стандартные, используемые для оценки качества пшеницы и солода, рефрактометрический метод (по Петрову) для оценки протеолитической активности, массовую концентрацию аминокислот в пшеничном солоде определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105М».

Процесс получения пшеничного солода представлял собой классическую технологию солода с последовательным проведением мойки и замачивания пшеницы, проращивания пшеничного солода и сушки в заключение. Технологические параметры проведения отдельных стадий следующие: замачивание – воздушно-водяным способом при температуре 16 ± 1 °C, продолжительность 48 ч; проращивание – по типу «ящичной солодовни» при температуре 17 ± 2 °C, продолжительность 7 сут; сушка – двухэтапная при максимальной температуре на второй стадии 85 ± 1 °C, продолжительность 24 ч. На стадии замачивания за 6 ч до окончания этапа в замочную воду вносили стимулятор «Энерген» в концентрации 0,6 % к массе зерна. Оценку эффективности воздействия оценивали путем сравнения аналогичных показателей пшеницы/пшеничного солода обработанных на стадии замачивания стимулирующим препаратом (опытные образцы) и необработанных данным способом двух тех же сортов пшеницы (контрольные образцы).

Результаты накопления протеолитической активности пшеницы на этапах производства пшеничного солода представлены на рис. 1. На рис. 2 продемонстрировано изменение содержания белка в объектах исследования – как эффект протеолитического растворения зерна.

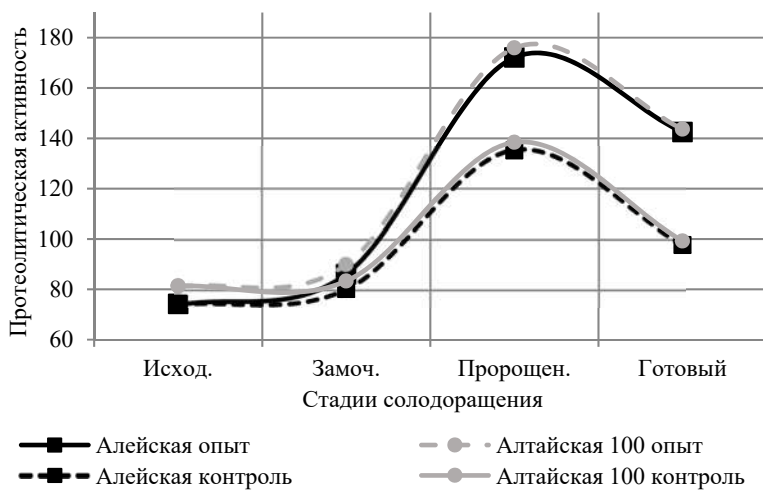


Рис. 1. Динамика протеолитической активности ферментов пшеницы, ед./г

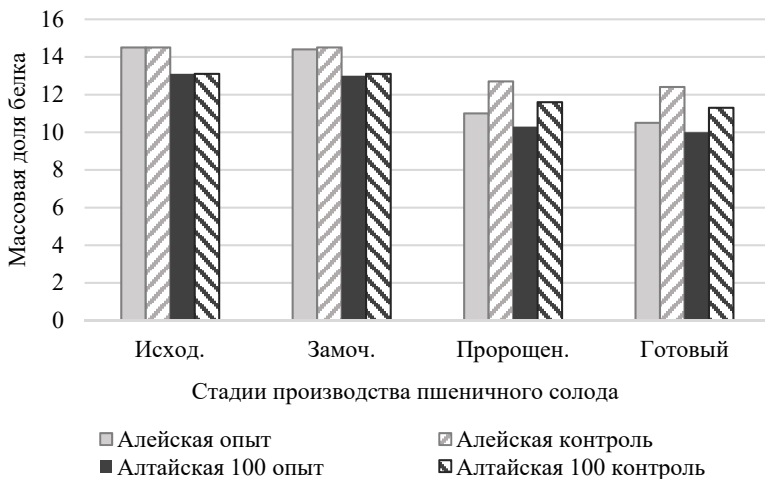


Рис. 2. Содержание белка в пшенице на этапах солодоращения, %

Представленные на рис. 1 данные демонстрируют повышение протеолитической активности пшеницы, обработанной стимулирующим препаратом «Энерген» в процессе производства солода, начиная со стадии замачивания. Как показывают данные повышение активности протеаз начинается уже после шести часов обработки зерна комплексным

стимулятором. На дальнейшем этапе солодоращения, непосредственно на стадии проращивания пшеничного солода, активность протеолитических ферментов возрастает и превышает уровень аналогичного показателя протеолитической активности контрольных вариантов в среднем на 27 %.

На стадии сушки происходит естественное незначительное снижение данного показателя, обусловленное влиянием высоких температур на ферменты, тем не менее, в готовых высушенных солодах преобладание протеолитической активности обработанных образцов солода выше в среднем на 45 % в сравнении с протеолитической активностью контрольных, необработанных, образцах пшеничного солода.

Важным в данном исследовании являлся контроль содержания белка в пшенице на всех этапах производства солода, особенно в конечном продукте. Так как, уже отмечалось ранее, повышенное содержание белка в солоде приводит к негативным последствиям в технологии напитков брожения, особенно в производстве пива или кваса. А так как в эксперименте использовали сорта пшеницы с повышенным содержанием белка, свыше 12 %, а в классических технологиях это является недопустимым, то уровень содержания белка являлся одним из ключевых технологических показателей, определяющих допуск полученного пшеничного солода на основе предложенных сортов к производству напитков брожения. Представленные на рис. 2 данные свидетельствуют о снижении белка в готовом пшеничном солоде, особенно при использовании стимулирующего препарата. При этом уровень белка в обработанном на стадии замачивания зерна комплексным препаратом «Энерген» находится на уровне 10,5 и 10,0 % для сортов пшеницы «Алейская» и «Алтайская 100» соответственно, в то время как в контрольных вариантах этот показатель несколько выше, а в случае сорта пшеницы «Алейская» находится на недопустимом уровне.

Кроме этого, глубокий протеолиз белков позволяет не только снизить их содержание, но и одновременно, как следствие данного гидролитического процесса, повысить уровень аминокислот в сырье, что способствует в дальнейшем повышению биологической ценности напитков за счет перехода данных соединений в готовый продукт.

На заключительном этапе исследования проведена оценка всех образцов пшеничного солода, представленная в таблице.

**Показатели качества пшеничного солода
(обработанного и не обработанного препаратом «Энерген»)**

Показатель	«Алейская» (опыт)	«Алейская» (контроль)	«Алтайская 100» (опыт)	«Алтайская 100» (контроль)
Массовая доля влаги, %	5,20±0,03	5,30±0,04	5,30±0,04	5,30±0,04
Массовая доля экстракта в сухом веществе тонкого помола, %	83,7±1,7	80,2±1,4	83,4±1,6	80,1±1,4
Массовая доля белка, %	10,5±0,2	10,0±0,2	12,4±0,3	11,3±0,2
Протеолитическая активность, ед./г	142,5±4,3	97,6±2,9	143,6±4,4	99,2±3,1
Аминокислоты, мг/100 г белка	15 340±170	12 340±170	15 790±170	13 080±170

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о целесообразности и эффективности применения при солодоращении пшеницы комплексного препарата «Энерген», позволяющего повысить протеолитическую активность пшеничного солода, способствующего усилению биохимических процессов, в частности протеолизу белков, что в свою очередь приводит к повышению концентрации аминокислот в солоде, тем самым повышая его биологическую ценность. Данный способ обработки позволяет использовать в технологии солода, а в дальнейшем в производстве напитков брожения ранее недопустимые по уровню белка сорта пшеницы.

Библиографический список

1. Миллер Ю. Ю., Киселева Т. Ф., Помозова В. А. Интенсификация солодоращения ржи с применением метода ферментативного биокатализа // Пищевая промышленность. – 2023. – № 5. – С. 81–83.
2. Рожнов Е. Д., Школьников М. Н., Панкратьева Н. А. Технология продуктов питания из растительного сырья: учеб. пособие: в 3 ч. – Екатеринбург: УрГЭУ, 2024. – Ч. 2. Биотехнология солодовенного производства. – 155 с.
3. Ростовская М. Ф., Боярова М. Д., Клыкова А. Г. Влияние условий замачивания ячменя на содержание белковых веществ в солоде // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 2. – С. 319–328.
4. Хоконова М. Б. Использование дополнительных ферментных препаратов при соложении // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. – 2019. – № 2 (24). – С. 87–90.
5. Чугунова О. В., Арисов А. В. Разработка технологических параметров получения продуктов из пророщенной зерновой смеси // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: материалы X Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Орловского государственного университета

им. И. С. Тургенева (Орел, 21–22 ноября 2019 г.) – Орел: ОГУ им. И. С. Тургенева, 2019. – С. 367–371.

6. *Impact of cooking methods and malting on amino acids content in amaranth, buckwheat and quinoa* / C. Motta, I. Castanheira, G. B. Gonzales et al. // *Journal of food composition and analysis*. – 2019. – Vol. 76. – P. 58–65.

7. *Optimization of malting conditions for two landraces of West African sorghum and influence of mash bio-acidification on saccharification improvement* / S. E. Tokpohozin, S. Fischer, T. Becker et al. // *Journal of cereal science*. – 2019. – Vol. 85. – P. 192–198.

8. *Malting of barley with combinations of Lactobacillus plantarum, Aspergillus niger, Trichoderma reesei, Rhizopus oligosporus and Geotrichum candidum to enhance malt quality* / M. Hattings, A. Alexander, I. Meijering et al. // *International journal of food microbiology*. – 2017. – Vol. 173. – P. 36–40.

Д. И. Девяткин, О. В. Чугунова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Растительные белки: новые возможности в области устойчивого питания и их применение

Аннотация. Исследование направлено на использование передовых технологий идентификации, проектирования и создания высокотехнологичной продукции, безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания, основанных на применении предиктивного анализа. С использованием базы данных биоактивных пептидов *BIOPEP-UWM* авторами подобраны протеазы молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* и проведен предиктивный анализ активности модифицированного белка, полученного из соевой окары.

Ключевые слова: соевая окара; изолят; методы экстракции; биоактивные свойства.

Необходимость решения задач, направленных на оптимизацию структуры питания населения, отражена в Указе Президента РФ от 07.05.2024 г. № 309 и Национальном проект «Технологическое обеспечение биоэкономики» одним из направлений которого являются биотехнологии для производства продуктов питания, в частности, с повышенным содержанием белка.

В последние годы растительные белки и пептиды привлекают огромное внимание из-за возросшего спроса на продукты питания, чтобы удовлетворить потребности быстро растущего населения планеты [1; 3]. Растительные белки считаются потенциальным источником биофункциональных пептидов, которые могут быть полезны для здоровья человека [2]. Перспективным направлением признано развитие исследований получения изолята альтернативных видов белка (растительного

и микробного) в условиях его дефицита в питании населения большинства стран мира, в том числе и России [4; 5].

Актуальной задачей является поиск способов повышения усвояемости употребляемых в пищу растительных белковых препаратов, предназначенных для замены белка животного происхождения, с целью увеличения их биоактивных свойств.

Целью нашей работы является разработка методики модификации растительного белка с использованием микробных протеаз на примере сои, и анализ его биоактивных свойств.

Предложенная нами методика получения изолятов растительного белка предполагает проведение кислотно-щелочной экстракции белка продуктов переработки сои.

Вторичные растительные ресурсы являются перспективным источником растительного белка, соя содержит в себе полноценный набор незаменимых аминокислот. В качестве сырья нами выбрана соевая окара, производитель ООО «Едемский сад», г. Тверь.

Сущность метода заключается в образовании и отделении осадка разрушенных под действием амилазы полисахаридов в присутствии щелочей с последующим обезжириванием сырья ацетоном. Органический растворитель также является катализатором последующего процесса осаждения растворенного белка при установлении низкого уровня активной кислотности среды. Твердые фракции раствора отделяются путем центрифугирования с их последующим высушиванием.

Выделяемый осадок не содержит посторонних примесей в виде солей, образующихся при высаливании. Ацетон, по сравнению с этиловым спиртом, благодаря повышенной летучести легче отделяется в процессе высушивания [7].

При более широком диапазоне значений уровня активной кислотности возможно получить больший выход изолята, для предотвращения денатурации белка установлены следующие значения уровня pH щелочной и кислотной среды раствора: 10,0 и 6,5 соответственно [6].

В результате применения данной технологии возможно получить соевый изолят в количестве 5,1 % от массы первоначального сырья влажностью 7,1 % с содержанием белка 90,7 % на сухое вещество, данные представлены в табл. 1.

Модификация экстрагируемого белка осуществляется путем проведения гидролиза с использованием протеаз с механизмом действия, максимально отличным от протеолитических ферментов желудочно-кишечного тракта человека. Более полное разрушение полипептидов способствует образованию большего количества коротких легко усваиваемых цепочек аминокислотных последовательностей, обладающих биологической активностью.

Т а б л и ц а 1

Компонентный состав исходного сырья и готового изолята, %

Показатель	Соевая пищевая окара (влажность 75,8±3,7 %)		Соевый изолят (влажность 7,1±0,3 %)
	на массу	на сухое вещество	на сухое вещество
Белки	5,3±0,8	18,8±0,2	90,7±0,2
Жиры	3,0±0,7	16,6±0,2	0,3±0,1
Углеводы	8,6±1,0	39,6±1,0	6,2±1,0
Пищевые волокна	6,7±0,1	27,9±0,3	2,6±0,3

Биоактивные пептиды являются частью белков и состоят из 2–20 аминокислотных остатков, соединенных пептидными связями, с молекулярной массой менее 6 кДа.

По сравнению с физическими смесями аминокислот в эквивалентном количестве, пептиды с короткими цепочками, особенно ди- и трипептиды, легче усваиваются организмом человека благодаря наличию специфических транспортных систем для пептидов; улучшенной стабильности и/или растворимости пептидов. С использованием базы данных биоактивных пептидов *BIOPEP-UWM* нами подобраны протеазы молочнокислых бактерий *Lactococcus lactis* и проведен предиктивный анализ активности модифицированного белка (см. рисунок).

Определена структура гидролизованного соевого белка при воздействии протеаз ЖКТ: пепсина, трипсина и химотрипсина, представлена на слайде на рисунке сверху, используются однобуквенные обозначения аминокислот, знаком «-» обозначаются места разрыва пептидной связи белка.

Биоактивные пептиды должны контролировать процесс переваривания в желудочно-кишечном тракте, чтобы их можно было использовать для физических и биологических функций в организме.

Полученный гидролизат соевого белка характеризуется повышенной усвояемостью, то есть содержит большее количество коротких цепочек аминокислот, – биоактивных пептидов, обладающих биологическими свойствами (табл. 2).

Образующиеся биоактивные пептиды способны ингибировать дипептидилпептидазу-4 (ДПП-4), ангиотензинпревращающий фермент (АПФ) и ренин. Физиологическая роль ингибиторов представлена ниже.

BIOPEP-UWM: Enzymes action

Select data for enzymes action:

Select protein

Protein id: 1160 | soybean (Glycine max) | 156

Select enzymes

Enzyme id: 13 | pepsin (pH 1.3) | EC 3.4.23.1

[View enzyme](#)

Enzyme id: 12 | trypsin | EC 3.4.21.4

[View enzyme](#)

Enzyme id: 11 | chymotrypsin (A) | EC 3.4.21.1

[View enzyme](#)

**Переваривание
в ЖКТ**

Results of enzyme action

M - K - IIF - VF - AL - L - AIVACN - R - SAR - F - DPL - SQSY - R - QY - QL - QSH - L - L - L - QQQVL -
SPCSEF - VR - QQY - SIVATPF - W - QPATF - QL - IN - N - QVM - QQQCCQQL - R - L - VAQOSH - Y -
QAISIVQAIVQQL - QL - QQF - SGVY - F - DQTQAQAQTL - L - TF - N - L - PSICGIY - PN - Y - Y - SAPR -
SIATVGGVW - Y

Results of enzyme action

M - KI - I - F - V - F - AL - L - AI - V -
ACNRSARF - DP - L - SQSY - RQY - QL - QSHL
- L - L - QQQV - L - SP - CSEF - V - RQQY - SI
- V - ATP - F - W - QP - ATF - QL - I - NNQV -
M - QQQCCQQL - RL - V - AQQSHY - QAI - SI
- V - QAI - V - QQL - QL - QQF - SGV - Y - F -
DQTQAQAQTL - L - TF - NL - P - SI - CGI - Y -
P - NY - Y - SAP - RSI - ATV - GGV - W - Y

**M - K - I - I - F - V - F - AL - L - AI - V - ACN - R - SAR - F - DP - L
- SQSY - R - QY - QL - QSH - L - L - L - QQQV - L - SP - CSEF -
V - R - QQY - SI - V - ATP - F - W - QP - ATF - QL - I - N - N - QV -
M - QQQCCQQL - R - L - V - AQQSH - Y - QAI - SI - V - QAI - V -
QQL - QL - QQF - SGV - Y - F - DQTQAQAQTL - L - TF - N - L -
P - SI - CGI - Y - P - N - Y - Y - SAP - R - SI - ATV - GGV - W - Y**

**Предварительная обработка
микробными протеазами**

Предиктивный анализ активности модифицированного белка

Ингибитор ДПП-4 – инкретиновая активность, увеличение секреции инсулина, снижение выработки глюкагона. Ингибитор АПФ – расширение просвета сосудов, снижение артериального давления и нагрузки на сердце, улучшение кровообращения, нефропротективное действие. Ингибитор ренина – кардио-, нефропротекторный и антигипертензивный эффект.

Т а б л и ц а 2

Анализ выделенных биоактивных пептидов

Пептид	Аминокислотный состав	Активность
KI	Лизин, изолейцин	Ингибитор ДПП-4
AL	Аланин, лейцин	
DP	Аспарагиновая кислота, пролин	
QL	Глутамин, лейцин	Ингибитор ДПП-4
SP	Серин, пролин	
SI	Серин, изолейцин	
NL	Аспарагин, лейцин	
AI	Аланин, изолейцин	Ингибитор АПФ
QP	Глутамин, пролин	Ингибитор ДПП-4 и АПФ
RL	Аргинин, лейцин	
NY	Аспарагин, тирозин	
TF	Треонин, фенилаланин	Ингибитор ДПП-4, АПФ и ренина

Среди направлений использования модифицированного соевого белка можно выделить: мясные фаршевые системы (мясные рубленые полуфабрикаты); эмульсионные системы (соусы); кисломолочные продукты (йогурты, сыры); творожно-растительные продукты; мучные кондитерские изделия (вафли, печенье); зерномучные изделия (хлеб, макаронные изделия).

Таким образом, белки и пептиды растительного происхождения широко изучаются с точки зрения их функциональных и биологических свойств. Биотехнологический подход, включающий микробную ферментацию и ферментативный гидролиз, считается экологичным нетепловым методом. Однако для получения таких пептидов из новых источников растительных белков необходимо провести большое количество исследований. При этом ферментативный гидролиз является наиболее предпочтительным методом, поскольку могут быть собраны пептиды, специфичные для мишени, что может повысить выход таких пептидов.

Библиографический список

1. *Лазарев В. А.* Разработка изотонического напитка, обогащенного изолятом сывороточного белка и витаминным премиксом // Вестник Южно-

Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2024. – Т. 12, № 3. – С. 31–40.

2. *Рожественская Л. Н., Романенко С. П., Чугунова О. В.* Перспективы нутритивного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья // *Индустрия питания*. – 2023. – Т. 8, № 2. – С. 63–72.

3. *Технологические особенности и перспективы использования растительных белков в индустрии питания. Часть 1. Анализ пищевой и биологической ценности высокобелковых продуктов растительного происхождения / Е. С. Бычкова, Л. Н. Рожественская, В. Д. Погорова и др. // Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2018. – № 2. – С. 53–57.

4. *Masi Ch., Gemechu G., Tafesse M.* Isolation, screening, characterization, and identification of alkaline protease-producing bacteria from leather industry effluent // *Annals of Microbiology*. – 2021. – Vol. 71, no. 1. – P. 1–11.

5. *Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review / A. Kumar, S. Dhiman, B. Krishan et al. // Food Production, Processing and Nutrition*. – 2024. – Vol. 6, no. 1. – Art. 85.

6. *Rao V., Poonia A.* Protein characteristics, amino acid profile, health benefits and methods of extraction and isolation of proteins from some pseudocereals – a review // *Food Production, Processing and Nutrition*. – 2023. – Vol. 5, no. 1. – Art. 37.

7. *Transforming waste into wealth: a review on microbial conversion of organic municipal wastes to value / M. Kavya, B. Vashisht, S. Jain et al. // Discover Environment*. – 2024. – Vol. 2, no. 1. – P. 112.

А. В. Сарсагских

*Российская академия народного хозяйства
и государственной службы при Президенте РФ, г. Москва;
Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург*

Новые тенденции использования микроорганизмов в пищевой промышленности

Аннотация. Статья описывает использование микроорганизмов в различных отраслях пищевой промышленности, а также причины их применения. Рассматриваются особенности использования дрожжей и бактерий при производстве молочной, хлебопекарной, напитоковой и мясной продукции. Отмечается применение микроорганизмов в переработке отходов пищевой промышленности, которые преобразовываются в ценные продукты или вещества.

Ключевые слова: микроорганизмы; пищевая промышленность; пробиотики; дрожжи; бактерии.

Микроорганизмы используются в пищевой промышленности для ферментации, консервации, производства пробиотиков, а также для создания новых продуктов и альтернативных источников питания. Их значение заключается в обеспечении безопасности и качества продуктов, улучшении вкусовых качеств, добавлении питательных

веществ, а также в снижении отходов и экологической устойчивости производства.

Новые тенденции использования микроорганизмов в пищевой промышленности направлены на различные цели. В первую очередь, это улучшение питательной ценности продуктов путем обогащения их витаминами, минералами и другими питательными веществами. Также необходимо отметить разработку новых функциональных продуктов, которые направлены на поддержание здоровой микробной экологии в кишечнике человека, улучшение иммунной системы и общего благополучия. Кроме того, использование микроорганизмов в пищевой промышленности может снизить зависимость от химических добавок, что позволяет производить более натуральные и экологически чистые продукты питания [1].

Микроорганизмы активно используются в молочной промышленности (производство йогуртов, сыров), хлебопекарной промышленности, напитоковой промышленности (производство пива, вина, кваса), мясной промышленности, а также в производстве биоактивных добавок и пробиотиков. Производители постоянно ищут новые способы использования микроорганизмов.

В молочной промышленности широко используются различные микроорганизмы, такие как молочнокислые бактерии, включая *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bifidobacterium*, пропионовые бактерии, молочнокислые стафилококки и пр. Особое значение имеет соотношение микроорганизмов в молочных продуктах, которое подбирается с целью обеспечения желаемых вкусовых, текстурных и качественных характеристик продукта, а также его безопасности и долговечности [2].

Например, молочнокислые бактерии придают продукту кислый вкус и творожистую текстуру, в то время как пропионовые бактерии формируют дырочки и характерный аромат в сыре.

В процессе производства растительного молока, такого как соевое молоко, миндальное молоко, кокосовое молоко и др., используются пробиотики с целью обогащения продукта полезными бактериями. Они добавляются в конечную продукцию либо в виде жидкой культуры, либо в виде порошка. Добавление пробиотиков в растительное молоко повышает его пищевую ценность и улучшает пищеварение.

В последние годы началось производство гречневого молока, которое обладает натуральным ореховым вкусом и богато питательными веществами, такими как белки, углеводы, витамины и минералы. Растительное молоко является отличной альтернативой для людей, страдающих аллергией на молоко животного происхождения или придерживающихся веганской диеты [3].

В хлебопекарной промышленности вместо промышленных дрожжей все больше пекарен переходят на использование натуральных заквасок. Микроорганизмы применяются для ферментации теста, что позволяет улучшить его вкусовые и питательные характеристики. Новые виды заквасок позволяют печь хлеб из риса и кукурузы, который по вкусовым качествам не уступает традиционному пшеничному хлебу, это актуально для людей с непереносимостью глютена¹.

Пекарни исследуют новые штаммы микроорганизмов для получения уникальных вкусовых и текстурных характеристик хлеба. Распространено также добавление пробиотиков или пребиотиков в хлебобулочные изделия для улучшения пищеварения. Микроорганизмы применяются для улучшения качества и увеличения срока хранения хлеба путем борьбы с плесенью и другими микроорганизмами, которые могут привести к порче продукции.

Весьма обширным является использование микроорганизмов в производстве вина, пива и кваса. Внедрение новых методов ферментации и созревания, таких как спонтанное брожение и баррельная ферментация, позволяет микроорганизмам вносить уникальные вклады в процесс производства напитков.

Производители экспериментируют с различными видами микроорганизмов для брожения, включая необычные штаммы дрожжей и бактерий, которые придают напиткам уникальные вкусовые и ароматические характеристики. Так, для производства кислого пива используют штамм дрожжей вида *Lachancea*, после основного брожения оно подвергается дальнейшему процессу ферментации с использованием кисломолочных бактерий, таких как *Lactobacillus* и *Pediococcus*. Конечный продукт имеет кисловатый фруктовый вкус².

В мясной промышленности применение пробиотиков также растет. Микроорганизмы, такие как молочнокислые бактерии и стафилококки, используются для ферментации мяса и создания продуктов с уникальными вкусовыми характеристиками. Например, молочнокислые бактерии задействованы в производстве колбасных изделий, а стафилококки – в создании особенного аромата и вкуса сыровяленого мяса.

Микроорганизмы используются для консервации мяса путем создания кислоты или других антимикробных соединений, которые

¹ Бурмистров А. Хлеб и в космосе должен оставаться хлебом // Научная Россия – URL: <https://scientificrussia.ru/articles/hleb-i-v-kosmose-dolzen-ostavatsa-hlebom-nauka-o-hlebe-intervyu-s-rukovoditelami-niihp-marinoj-kostucenko-i-vladimirom-martirosanom> (дата обращения: 09.05.2024).

² Титов А. А. Дрожжи и бактерии для кислого пива: решения от Lallemand // Profibeer. – URL: <https://profibeer.ru/tech/raw/drozhzhi-i-bakterii-dlya-kislogo-piva-resheniya-ot-lallemand> (дата обращения: 09.05.2024).

предотвращают развитие патогенных микроорганизмов и увеличивают срок его хранения. Например, *Lactobacillus* и *Pediosoccus* используются для ферментации мясных продуктов и создания кислоты, что способствует их консервации.

Пробиотики при консервации мясных изделий представляет собой более безопасную и эффективную альтернативу антибиотикам. Пробиотики представляют собой живые микроорганизмы, которые являются частью нормальной микрофлоры кишечника и не представляют опасности для человеческого здоровья. В то время как антибиотики могут иметь негативное воздействие на микрофлору кишечника и вызывать резистентность к антибиотикам у патогенных бактерий. При этом пробиотики обеспечивают более длительную защиту мясных изделий, поскольку они продолжают действовать после того, как продукт был упакован и хранится [1].

Микроорганизмы применяются в переработке отходов пищевой промышленности, которые преобразовываются в ценные продукты или вещества. Например, бактерии и грибы, используют для компостирования органических отходов, таких как фрукты, овощи, кофейная гуща и другие растительные материалы. Они разлагают органический материал, превращая его в питательный компост, который может быть использован для удобрения почвы.

Микроорганизмы являются незаменимыми в различных отраслях пищевой промышленности, включая производство молочных продуктов, хлеба, напитков и мясных изделий. Их использование способствует улучшению качества, вкусовых характеристик и пищевой ценности продуктов, а также может оказывать положительное влияние на состояние здоровья потребителей.

Библиографический список

1. Бегдилдаева Н. Ж., Ахметсадыкова Ш. Н., Остапова А. А. Пробиотики из шубата в производстве куриного мяса: важность и анализ НАССР // Вестник Алматинского технологического университета. – 2023. – № 4. – С. 144–150.
2. Особенности подбора заквасочных культур в производстве функциональных кисломолочных продуктов / М. С. Каночкина, Л. А. Иванова, А. Д. Конавалова, О. Н. Левин // Вестник МГТУ. – 2023. – Т. 26, № 4. – С. 511–528.
3. Перспективы применения пробиотических микроорганизмов при производстве ферментированных продуктов на гречневой основе / Р. Х. Гелазов, Н. В. Яковченко, К. Р. Баязитов, В. А. Ширяев // Аграрная наука. – 2024. – № 4. – С. 138–145.

Разработка технологии производства кисломолочного продукта с использованием нетрадиционного сырья – сублимированных личинок восковой моли (*Galleria mellonella*)

Аннотация. В ходе работы были изучены химический состав и органолептические показатели сублимированной личинки восковой моли, а также оценены характеристики обогащенного кисломолочного продукта. Результаты показали, что сублимированный продукт содержит значительное количество витаминов и минералов, обладает адаптогенными свойствами. Оптимальное соотношение кисломолочного продукта и сублимата было определено как 98,5 к 1,5 %, что не ухудшает органолептические свойства. Разработанный продукт относится к продуктам специального назначения и может значительно разнообразить витаминно-минеральный состав рациона.

Ключевые слова: личинка восковой моли; сублимационная сушка; кисломолочный продукт.

Введение

В последнее время тема использования насекомых в пищевой промышленности стала актуальной и вызывает живой интерес, как у потребителей, так и у производителей. Насекомые являются ценным источником белка, жиров и других питательных веществ, что делает их привлекательным ингредиентом для производства пищевых продуктов, при том, что скорость воспроизводства популяции насекомых в сотни раз выше, чем в традиционном животноводстве.

Ранее не было известно, что личинка восковой моли, вредителя медоносных пчел, может оказаться полезным продуктом. Она питается содержимым восковых рамок, таким как перга, мед, прополис, маточное и трутневое молочко – самыми ценными продуктами, производимыми пчелами. Восковая моль обитает везде, где развито пчеловодство. Интересно, что у личинки восковой моли есть специальный фермент (цераза), которые позволяют им разлагать воск. Однако личинки *Galleria mellonella* богаты и другими биологическими веществами [1; 2; 3; 4; 5; 6].

Целью исследования является разработка технологии применения личинки большой восковой моли в качестве нетрадиционного сырья для производства кисломолочного продукта.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить химический состав сублимированной личинки восковой моли и оценить ее органолептические показатели;

- изучить химический состав обогащенного кисломолочного продукта и оценить его органолептические показатели;
- рассчитать пищевую ценность обогащенного кисломолочного продукта.

Методы и материалы

Личинки восковой моли были выращены на базе лаборатории ФГБОУ ВО Удмуртского ГАУ.

Исследование качественных характеристик включало: определение остаточной влаги в исходном образце личинок и в сублимате; определение содержания белков, жиров, углеводов, пищевых волокон, витаминов В₁, В₂, В₆, А и минеральных веществ Na, K, Ca и Mg.

Биохимический анализ проводился на базе биохимической лаборатории ФГБОУ ВО Удмуртского ГАУ.

Сублимированная личинка восковой моли измельчалась при помощи ручного блендера *BQ HB1231SS*.

Для определения количества влаги в исходном сырье и сублимированном продукте использовался термогравиметрический метод (ГОСТ Р 8.894-2015), основанный на испарении влаги из продукта путем высушивания до постоянной (неизменяющейся при дальнейшей сушке) влажности. Влажность определяется через потерю массы, которая наблюдается при нагревании образца.

Определение массовой доли белка проводилось методом Кьельдаля (ГОСТ Р 54607.7-2016).

Массовая доля жиров определялась методом Сокслета (ГОСТ Р 54607.5-2015).

Определение массовой доли углеводов проводилось в соответствии с ГОСТ 34134-2017.

Определение массовой доли пищевых волокон проводилось в соответствии с ГОСТ 34844-2022.

Анализ на определение витамина В₁ был проведен флюорометрическим методом.

Определение витаминов В₂ и А проводился с помощью спектрофотометрии.

Витамин В₆ определялся вольтамперометрическим методом.

Определение Na, K, Ca и Mg проводилось в соответствии с МУ 4.1.3606-20.

Пищевую и энергетическую ценность обогащенного кисломолочного продукта определяли согласно МР 2.3.1.0253-21.

Результаты исследований

После сублимации и измельчения личинок восковой моли была проведена органолептическая оценка продукта. Получившийся поро-

шок имеет запах и вкус, подобный несублимированной личинке восковой моли. Органолептические показатели и химический состав сублимата личинок представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

**Органолептические показатели и химический состав
сублимата личинок восковой моли**

Показатель		Характеристика
Внешний вид и консистенция		Порошок однородный, посторонние примеси отсутствуют
Вкус		Соответствует исходному сырью, сладковатый, присутствует привкус воска
Запах		Соответствует исходному сырью с нотами воска и меда
Цвет		Кремовый
Массовая доля, %	Влага	4,0
	Белки	22,3
	Жиры	10,0

Для получения кисломолочного продукта использовали молоко коровье питьевое, отвечающее требованиям ГОСТ 33491-2015.

Заквашивание молока осуществляли с использованием группы кисломолочных микроорганизмов, в том числе бифидобактерии. При получении кисломолочного продукта необходимо было определить, на какой технологической стадии следует вносить сублиматом личинок восковой моли. Как показал анализ литературных и экспериментальных данных, оптимальным является момент окончания сквашивания. Для равномерного распределения сублимата после его внесения кисломолочный продукт перемешивали в течение 3 мин.

Образец 1 – 99 % кисломолочного продукта и 1 % сублимированной личинки восковой моли. Образец 2 – 98,5 % кисломолочного продукта и 1,5 % сублимированной личинки восковой моли. Образец 3 – 98 % кисломолочного продукта и 2 % сублимированной личинки восковой моли. Для оценки каждого из образцов была принята пятибалльная система, в табл. 2 указано среднее значение.

В ходе органолептической оценки было подобрано оптимальное соотношение кисломолочного продукта и сублимата личинок восковой моли, которое бы не оказало сильного влияния на органолептические свойства первоначального продукта, но включало в себя максимально допустимое количество сублимированной личинки восковой моли. Таким стал образец 2, включающий в себя кисломолочный продукт и сублимат личинок восковой моли в соотношении 98,5 и 1,5 % соответственно.

Т а б л и ц а 2

Органолептические показатели обогащенного кисломолочного продукта

Показатель	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Внешний вид и консистенция	Мягкая, жидкая, однородная, без посторонних частиц	Мягкая, жидкая, без ощущения посторонних частиц	Мягкая, полужидкая, без посторонних частиц	Мягкая, вязкая, посторонние частицы чувствуются
Оценка, балл	5,00	5,00	5,00	3,25
Вкус и запах	Топленой ряженки	Топленой ряженки, без посторонних элементов	Топленой ряженки, меда и с восковым оттенком	Сильный запах меда и воска
Оценка, балл	4,50	4,50	4,75	4,25
Цвет	Белый	Белый	Белый	Белый
Оценка, балл	5,00	5,00	5,00	5,00
<i>Итого, балл</i>	<i>14,50</i>	<i>14,50</i>	<i>14,75</i>	<i>12,50</i>

Для оценки органолептических свойств образцов кисломолочного продукта разработана балльная шкала, в основу которой положены регламентированные значения органолептических показателей ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011.

На основе полученных исследований данных о пищевой и биологической ценности обогащенного кисломолочного продукта (табл. 3) можно сделать вывод, что обогащение продукта сублиматом личинок восковой моли может значительно разнообразить витаминно-минеральный состав.

Т а б л и ц а 3

Пищевая ценность обогащенного кисломолочного продукта

Показатель	Кисломолочный продукт		Обогащенный кисломолочный продукт		Суточная потребность для женщин 18–29 лет, КФА 1,4
	в 100 г	% от суточной потребности	в 100 г	% от суточной потребности	
Пищевая (массовые доли) и энергетическая ценность					
Углеводы, %	6,0	2,3	6,80	2,6	266
Пищевые волокна, %	–	–	0,03	0,1	25
Жиры, %	2,5	4,0	2,65	4,3	63
Белок, %	2,8	4,2	3,03	4,8	67

Показатель	Кисломолочный продукт		Обогащенный кисломолочный продукт		Суточная потребность для женщин 18–29 лет, КФА 1,4
	в 100 г	% от суточной потребности	в 100 г	% от суточной потребности	
Энергетическая ценность, ккал	58	3,0	64	3,4	1 900
Минеральные вещества, мг					
Na	105	8,0	106	8,2	1 300
K	135	3,9	143	4,1	3 500
Ca	150	15,0	155	15,5	1 000
Mg	–	–	4	1,0	420
Витамины, мг					
B ₁	–	–	0,3	20,0	1,5
B ₂	0,2	11,1	0,2	11,1	1,8
B ₆	–	–	0,5	2,5	2,0
A	–	–	2,3	15,3	15,0

Выводы

В исследовании был изучен химический состав сублимата личинок восковой моли и проанализированы ее органолептические свойства. Выявлено, что исследуемый продукт не обладает ярким и специфическим запахом, но содержит в себе большое количество витаминов (B₁, B₂, B₆, A), минералов (Na, K, Ca, Mg), а также обладает адаптогенными свойствами [1].

Разработанный кисломолочный продукт относится к продуктам специального назначения, обогащенный сублиматом личинок большой восковой моли он является полноценным и разнообразным по витаминно-минеральному составу.

Библиографический список

1. Баканева В. Ф. Биологически активные вещества из личинок *Galleria mellonella* и продуктов жизнедеятельности пчел как потенциальные кардиопротекторы и адаптогены при действии гиподинамических и стрессорных факторов на организм экспериментальных животных и человека: дис. ... канд. биол. наук: 14.00.51 / Валентина Федоровна Баканева. – М., 2002. – 76 с.
2. Горшков И. К. Исследование процесса сублимационной сушки при интенсивном энергоподводе от электротермических генераторов с целью создания высокопроизводительного оборудования: автореф. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Игорь Константинович Горшков. – М., 1980. – 16 с.

3. Касаткин В. В. Установка сублимационной сушики быстрорастворимых соков // Труды научно-практической конференции Ижевской государственной сельскохозяйственной академии (Ижевск, 18–20 февраля 1998 г.). – Ижевск: ИжГТУ им. М. Т. Калашникова, 1998. – С. 22–23.

4. Клочко Р. Т., Луганский С. Н., Котова А. А. Большая восковая моль // Пчеловодство. – 2012. – № 2. – С. 24–26.

5. Системы управления для вакуумных сушильных установок / В. В. Касаткин, Н. Ю. Литвинюк, В. В. Фокин, В. В. Касаткина // Аграрная наука на рубеже тысячелетий: тр. науч.-практ. конф. (Ижевск, 1 января – 31 декабря 2001 г.). – Ижевск: ИжГСХА, 2001. – № 9. – С. 15–17.

6. Создание антиоксидантного и иммуностимулирующего препарата из личинок восковой моли, обладающего лечебным и профилактическим действием при тяжелых бронхолегочных заболеваниях, а также профилактическим действием при простудных заболеваниях и гриппе / М. Н. Кондрашова, Е. Г. Литвинова, А. А. Овсепян, Э. К. Мубаракшина // Фундаментальные науки – медицине: тез. докл. конф. (Москва, 14–16 декабря 2005 г.). – М.: Слово, 2005. – С. 173–174.

О. С. Чеченихина

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Эффективность использования *Levisticum Officinale* при производстве сыра

Аннотация. Представлены результаты применения *Levisticum Officinale* при производстве сыра «Качотта» как одного из продуктов, способствующих снижению уровня заболеваний костей в организме человека. Установлено, что добавление *Levisticum Officinale* при производстве сыра позволило улучшить его основные органолептические характеристики (консистенцию и внешний вид), а также придать сыру пикантный вкус, увеличить количество полезных для человека минеральных веществ на 1,43 %.

Ключевые слова: *Levisticum Officinale*; сыр; органолептические показатели; массовая доля влаги; массовая доля поваренной соли; активная кислотность.

Введение

Одной из основных государственных задач является обеспечение населения страны отечественными продуктами питания, способствующими активному образу жизни и снижающими уровень заболеваемости людей. В целях снижения уровня нарушений состояния костей специалисты рекомендуют употреблять в пищу продукты, содержащие кальций и витамины для его усвоения. К таким продуктам относятся молоко и молочные продукты, в том числе сыр. Сыр не только участвует в создании костной ткани, но и минерализует кости и зубную эмаль, уско-

ряет обменные реакции [1; 2; 3; 4; 5]. Следовательно, необходимо непрерывно обеспечивать совершенствование технологии приготовления этого высокоценного продукта, расширять ассортимент и улучшать функциональные качества сыра, приумножая здоровье людей.

Цель работы – оценить эффективность применения использования *Levisticum Officinale* при производстве сыра функционального назначения.

Материал и методы

Изучение технологии приготовления и разработка рецептуры исследуемых образцов осуществлялась на производственной площадке Фермерского хозяйства «Никольская слобода» (с. Никольское, Сысертский район, Свердловская область). На предприятии имеется все необходимое для реализации полного производственного цикла производства молока и молочных продуктов: от сельскохозяйственных животных до камер созревания сыров.

Всего было приготовлено и проанализировано 2 образца сыра: 1 – контрольный; 2 – опытный с добавлением *Levisticum Officinale* в количестве 10 г. Органолептические показатели сыра определяли в соответствие с ГОСТ 32260–2013. При проведении физико-химических исследований определяли массовую долю поваренной соли по ГОСТ 3627–81, массовую долю влаги – по ГОСТ 3626–73 и активную кислотность (рН) готового продукта – по ГОСТ 32892–2014.

Результаты

В табл. 1 представлена рецептура производства образцов сыра «Качотта».

Т а б л и ц а 1

Рецептура контрольного сыра «Качотта» и функционального с использованием *Levisticum Officinale*

Ингредиенты	Образцы	
	1 (контрольный)	2 (опытный)
Молоко, л	13	
Обрат молочный, л	2	
Кальций хлористый пищевой, г	4	
Закваска <i>TM 81 DANISCO</i> (термофильная), <i>DCU</i> на 100 л	2,5–10,0 (0,3 г)	
Фермент каталаза, мл	4	
<i>Levisticum Officinale</i> , г	–	10

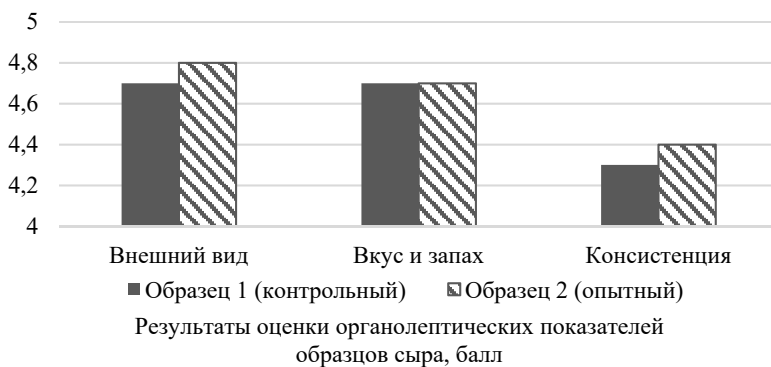
Технологические этапы приготовления сыра «Качотта» с использованием *Levisticum Officinale*:

1. Подготовка сырья и инвентаря.
2. Пастеризация молока.

3. Скваживание молока.
4. Добавление фермента.
5. Разрез колье.
6. Нагрев сырного зерна.
7. Внесение добавки.
8. Стабилизация сырного зерна.
9. Охлаждение.
10. Приготовление рассола.
11. Получение рассольного сыра.
12. Оценка качества готового продукта.

Применяемая технология позволила приготовить образцы сыра «Качотта» на специализированном оборудовании и при необходимых условиях созревания. Технология приготовления двух образцов отличается лишь только внесением добавки в образец 2 – *Levisticum Officinale* после приготовления сырного зерна.

Органолептическая оценка образцов готового продукта заключалась в оценивании внешнего вида, вкуса и запаха, консистенции. Путем создания экспертной комиссии, которая состояла из 23 человек, провели дегустационную оценку образцов. Дегустация осуществлялась по 5-балльной шкале: от 0 (плохо) до 5 (отлично). По результатам балльной оценки были получены результаты, представленные на рисунке.



Экспертной комиссией было установлено, что образец 2 (опытный) по внешнему виду превосходил контрольный на 0,1 балла. По показателям вкуса и запаха оба образца получили одинаковое количество баллов (4,7). Образец 2 обладал лучшей консистенцией, по сравнению с образцом 1. Он имел однородную, эластичную консистенцию. На поверхности сыра видны вкрапления добавленного пищевого компонента – *Levisticum Officinale*. Разница между образцами 2 и 1 составила 0,1 балл.

По результатам органолептической и балльной оценки, лучшим признан образец 2 с добавлением *Levisticum Officinale* (общий средний балл составил 4,6).

Следовательно, добавление *Levisticum Officinale* лекарственного при производстве сыра позволило улучшить его основные органолептические характеристики (консистенцию и внешний вид), а также придать сыру пикантный вкус.

С помощью физико-химического анализа исследуемых образцов сыра получены результаты, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Результаты физико-химического анализа готовых образцов функционального сыра «Качотта» с использованием *Levisticum Officinale*

Исследуемый показатель	Исследуемые образцы		Требования нормативных документов
	1 (контрольный)	2 (опытный)	
Массовая доля влаги, %	54,2	56,5	54–69
Массовая доля поваренной соли, %	1,9	2,4	1,5–2,5
Активная кислотность, pH	4,7	4,5	5,2
Зольность, %	1,48	2,91	Не нормируется

Установлено, что у всех образцов показатели влажности и массовой доли поваренной соли находились в пределах нормы (в соответствии с нормативными документами). При этом влажность опытного образца на 2,3 % выше по сравнению с контрольным.

Можно предположить, что это может быть связано с дополнительным сырьем, вносимым в рецептуру продукта (*Levisticum Officinale*), который дал дополнительную влажность.

Большее количество поваренной соли в опытном образце сыра (на 0,5 %) также может быть связано с тем, что любисток лекарственный оказал влияние на значение данного показателя.

Показатель активной кислотности (pH) оказались немного ниже нормы в обоих исследуемых образцах сыра (в среднем на 0,6).

Это может быть связано, по нашему мнению, с температурным режимом в период созревания сыров, который был организован в домашних условиях.

Определение зольности готовых образцов исследуемого сыра показало, что остаток минеральной части в сыре без добавления растительного добавочного компонента меньше по сравнению с образцом с добавлением *Levisticum Officinale* на 1,43 %. Следовательно, добавленный компонент позволил увеличить количество полезных для человека минеральных веществ, содержащихся в данном виде сыра.

Заключение

Изученная технология производства продукта позволила приготовить образцы сыра «Качотта» на специализированном оборудовании. Технология приготовления двух образцов отличается внесением добавки во второй образец – любистока лекарственного после приготовления сырного зерна.

Оценка органолептических показателей готового продукта дала возможность утверждать, что все образцы сыра «Качотта» соответствуют требованиям нормативных документов по внешнему виду, вкусу и запаху, а также консистенции. При этом добавление *Levisticum Officinale* при производстве сыра позволило улучшить его основные органолептические характеристики (консистенцию и внешний вид), а также придать сыру пикантный вкус.

Анализ основных физико-химических свойств готового продукта показал, что по массовой доле влаги (54,2–56,5 %) и поваренной соли (1,9–2,4 %) образцы сыра соответствовали требованиям, указанным в нормативных документах. При этом значения активной кислотности оказались немного ниже нормы (в среднем на 0,6), что мы связываем с температурным режимом в период созревания сыров.

Показатель зольности позволил утверждать, что *Levisticum Officinale* увеличивает количество полезных для человека минеральных веществ, содержащихся в данном виде сырья на 1,43 %, что делает продукт функциональным.

Библиографический список

1. Донская Г. А., Скобелева Н. В., Королев А. А. Молочные продукты для профилактики остеопороза // Молочная промышленность. – 2000. – № 9. – С. 10–11.
2. Зубкова А. А. Пищевая ценность сыра // Актуальные исследования. – 2023. – № 5 (135). – С. 36–38.
3. Совершенствование технологии производства сыра из козьего молока с использованием растительных ингредиентов / В. Н. Храмова, Т. Ю. Яковлева, Я. И. Храмова и др. // Аграрно-пищевые инновации. – 2019. – № 4 (8). – С. 65–73.
4. Шарова Ю. К., Неверова О. П. Технология производства сыра «Качотта» // Молодежь и наука. – 2019. – № 3. – С. 98.
5. Чеченихина О. С. Биотехнология применения растительного сырья при производстве полутвердого сыра // Мир инноваций. – 2024. – № 2 (29). – С. 33–37.

И. А. Бакин

*Российский государственный аграрный университет –
МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва*

Разработка субтрактивной технологии производства сырьевых добавок

Аннотация. Интерес исследователей направлен на разработку гибридных технологий, когда целевой продукт создается по типу материала и по основной фазе. Аддитивные технологии обогащенных и комбинированных продуктов сосредоточены на визуальной привлекательности, но по мере развития появились новые требования к удобству использования и повышению пищевой ценности. Для разработки новых технологий важно учитывать параметры самосборки сырья, настройки и реагирования на внешние факторы. Рассматриваемая в статье стратегия предполагает переход от традиционных технологических процессов, основанных на соединении сырьевых компонентов (аддитивные методы), к новым технологическим приемам, основанным на исключении из материала нежелательных ингредиентов (субтрактивные методы), а также сочетание этих методов для получения продуктов и сырьевых добавок с выраженными функциональными свойствами.

Ключевые слова: субтрактивные технологии; биотехнология; переработка.

Доминирующая технология производства функциональных продуктов питания изначально обусловлена реализацией профилактических методов управления здоровьем. В настоящее время усилия исследователей направлены на реализацию гибридных технологий обогащенных продуктов питания, когда целевой продукт комбинируется по типу материала (полисахариды, белки, липиды, эмульгаторы, другие материалы) и по основной фазе-носителю.

Целью работы было изучение перспектив развития технологии, основанной на исключении из материала нежелательных ингредиентов (субтрактивных методов) для получения продуктов и сырьевых добавок с выраженными функциональными свойствами.

Передовые пищевые технологии в условиях глобальной конкуренции нацелены на получение продуктов с улучшенными пищевыми показателями и функциональными свойствами, а также к сокращению времени производства [1; 3; 5]. Аддитивные или генеративные технологии получения комбинированных продуктов основаны на соединении сырьевых ингредиентов в конечный функциональный продукт. Пробообразом такой технологии стало соединение дисперсных материалов с различными функциональными свойствами в комбинированные полуфабрикаты или обогащенные продукты питания [2]. Однако метод требовал сложного оборудования для реализации ввода микродобавок, полученный продукт имел ограниченные сроки хранения для порошковых добавок, при этом сырьевые ингредиенты теряли свои свойства при приготовлении или в процессе хранения.

Стремление получить привлекательный продукт обусловило широкое использование аддитивного производства с 3D-печатью на адаптированных под пищевые среды устройствах, реализующих принцип послойного формования ингредиентов. Преимуществами для мелкосерийного производства сложных по составу и геометрии стали возможность быстрой разработки прототипа по рецептуре и составу. Технологические приемы позволили экструдировать заданные компоненты в нужной пропорции, с заданными питательными свойствами, обеспечивая востребованное на рынке персонализированное питание и функциональность продуктов. Имеющийся задел разработки съедобных материалов с различными текстурами и свойствами позволил создать прототипы и технологию для получения пищевых гелеобразных матриц и микроструктур с уникальными сенсорными и тактильными ощущениями. Важное преимущество – уменьшение отходов при изготовлении конечного персонализированного продукта, возможность соединения и спекания ингредиентов с отличающимися свойствами.

В проведенных исследованиях показан потенциал стабилизации лабильных биоактивных соединений в технологии инкапсуляции при 3D-печати [6].

Потенциальным решением для улучшения взаимодействия сырьевых ингредиентов в пищевой структуре является использование технологии 4D-печати [7]. Технология дает возможность получить пищевые системы, которые реагируют на внешние факторы (рН, влажность и температура), изменять геометрию и функции. Приемы 4D-печати обеспечивают соединение различных пищевых материалов (рекомбинированная пища) по определенным рецептам и требованиям к структуре. Важным преимуществом 4D-технологии становится контролируемое высвобождение веществ, отвечающих за вкус, питательные вещества или цвет. В тоже время аддитивные технологии пищевых продуктов питания имеют ряд ограничений. Трудностью становится обеспечение сохранности и стабильности напечатанных продуктов. Реологические свойства или характеристики текучести смесей для 3D-печати могут меняться со временем, или же эти смеси требуют нагревания и охлаждения для достижения подходящей консистенции для печати. Риски, с точки обеспечения безопасности, возникают при загрязнении от принтера или во время упаковки, за счет большей восприимчивости к росту микроорганизмов, тем самым сокращению сроков хранения [4].

Выбор сырьевых ингредиентов в аддитивных технологиях имеет первостепенное значение для комбинированных продуктов и экструзионных способов. При этом многие виды традиционного сельскохозяйственного сырья (например, мясо, фрукты и овощи) непригодны для аддитивной технологии, либо требуют существенной предварительной обработки для изменения структуры. Альтернативной технологией становятся

субтрактивные методы, основанные на исключении из материала нежелательных ингредиентов. Технология основана на изученных механизмах взаимодействия компонентов пищи и контроле количественного состава белков, углеводов и липидов. Питательные и сенсорные свойства зависят от соотношения между питательными веществами исходного сырья.

Таким образом, новейшие методы производства продуктов питания имеют потенциал прибыльности, масштабируемости и долгосрочной устойчивости. Определяющими факторами становятся сенсорные характеристики, новизна и инновации, стремление к безопасности, персонализированному питанию. Аддитивные производства ограничены рядом проблем – малой производительностью, трудностью адаптации к свойствам пищевых сред. Новые исследования позволяют создавать принципы образования пищевых структур, которые могут адаптироваться и изменять свойства под воздействием температуры, влажности или давления. Методы субтрактивной технологии удовлетворяют растущий спрос потребителей на кастомизацию, позволяя исключать нежелательные ингредиенты из существующего пищевого продукта или сырья, получая новый персонализированный, устойчивый и высокофункциональный продукт питания.

Библиографический список

1. Лазарев В. А., Пищиков Г. Б., Шихалев С. В. Концентрирование аминокислот творожной сыворотки на керамических мембранах // Молочная промышленность. – 2017. – № 9. – С. 67–69.
2. Обоснование устойчивой технологии гранулирования в производстве сухих функциональных напитков / А. С. Мустафина, И. Ю. Резниченко, И. А. Бакин, С. В. Шилов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2023. – № 1 (391). – С. 124–132.
3. Чугунова О. В. Теоретическое обоснование и практическое использование дескрипторно-профильного метода при разработке продуктов с заданными потребительскими свойствами: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / Ольга Викторовна Чугунова. – Кемерово, 2012. – 396 с.
4. 3D Printing Technology: The New Era for Food Customization and Elaboration / I. Dankar, A. Haddarah, F. E. Omar et al. // Trends in Food Science and Technology. – 2018. – Vol. 75 – P. 231-242.
5. Intensification of extraction of phytochemicals from berry raw materials / I. A. Bakin, A. S. Mustafina, L. A. Aleksenko, M. N. Shkolnikova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 640. – Art. 022066.
6. Nanostructures of protein-polysaccharide complexes or conjugates for encapsulation of bioactive compounds / Q. Zhang, Y. Y. Zhou, W. T. Yue et al. // Trends in Food Science & Technology. – 2021. – Vol. 109. – P. 169–196.
7. Personalized nutrition to intelligent foods with 3D and 4D printing / P. Chauhan, M. Kaushal, D. Vaidya et al. // Applied Food Research. – 2025. – Vol. 5. – Art. 100863.

Секция 3. Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ

Т. И. Гулова, Д. В. Гулов

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Применение биологически активных веществ в производстве хлеба

Аннотация. Используя натуральное сырье, такое как зародыши пшеницы и пшеничную клетчатку, можно повысить пищевую ценность хлеба. В статье рассмотрена возможность применения зародышей пшеницы и пшеничной клетчатки в рецептуре хлеба. Внесение этих биологически активных добавок не только повышает пищевую ценность, но и улучшает качество и органолептические показатели хлеба, а также появляются своеобразные вкусовые качества. Внесение зародышей пшеницы и пшеничной клетчатки позволяет ускорить технологический процесс приготовления хлеба.

Ключевые слова: хлеб; шрот зародышей пшеницы; клетчатка.

Введение

Хлеб – это важный элемент повседневного рациона многих людей по всему миру, и его производство составляет значительную часть пищевой промышленности. Несмотря на распространенность, хлеб, особенно белый хлеб, часто критикуется за низкое содержание питательных веществ [3]. Это привело к поиску способов повышения пищевой ценности хлеба, чтобы он мог не только удовлетворять потребности в энергии, но и обогащать рацион витаминами и минералами. В данной работе рассматривается возможность повышения пищевой ценности хлеба, изготовленного из пшеничной муки первого сорта, за счет добавления зародышей пшеницы и клетчатки [4].

Понятие о зародыше пшеницы

Определение и структура зерна

Зерно состоит из трех основных частей: эндосперма, оболочки и зародыша. Зародыш – это часть зерна, из которой впоследствии вырастает новое растение.

Он хранит в себе всю генетическую информацию, необходимую для прорастания, что делает его важной частью злаков.

Биологическая значимость

Зародыш предназначен для обеспечения роста растения, поэтому он очень богат питательными веществами. Он содержит все необходимые элементы для успешного прорастания, включая углеводы, белки, жиры, витамины и минералы.

Пищевая ценность зародыша пшеницы

Зародыш пшеницы является концентратом питательных веществ. В нем содержится:

1) витамины. В зародыше присутствует 12 различных витаминов, из которых особенно выделяются витамины группы В (В₁, В₂, В₃, В₆, В₉ и др.). Уровень витаминов группы В в зародыше в 2–3 раза выше, чем в эндосперме (основной части муки), а некоторые исследования показывают, что содержание калия может быть в 4 раза больше. Витамины группы В играют ключевую роль в обмене веществ, участвуют в синтезе нейротрансмиттеров и обеспечивают нормальное функционирование нервной системы;

2) минералы. Зародыш содержит 21 микро- и макроэлементов, включая железо, магний, цинк, селен и калий. Эти минералы необходимы для поддержания различных функций организма, таких как образование крови, поддержание электролитного баланса и защита клеток от окислительного стресса;

3) аминокислоты. В зародыше присутствует 18 различных аминокислот, включая все незаменимые аминокислоты. Аминокислоты являются основными строительными блоками белков и необходимы для роста и восстановления клеток, а также для производства гормонов и ферментов;

4) питательные вещества:

- белки – 33–39 % (включая нуклеопротеиды, альбумины, глобулины и проламины);

- сахара – свыше 25 %, главным образом в форме сахарозы, что делает зародыши сладковатыми на вкус;

- жиры – 12–15%, включая полиненасыщенные жирные кислоты, такие как омега-3 и омега-6, которые важны для сердечно-сосудистой системы;

- клетчатка – 2,2–2,6 %. Клетчатка способствует пищеварению и поддерживает здоровье кишечника;

- минеральные вещества – около 5 %. Включает важные для организма элементы, такие как кальций и магний.

Биологическое действие

Зародыши пшеницы служат универсальным средством для улучшения здоровья. Они поддерживают иммунную систему, помогают очищать организм от токсинов, улучшают состояние кожи и волос благодаря наличию витаминов и минералов. Кроме того, регулярное употребление зародышей может способствовать улучшению работы сердечно-сосудистой, пищеварительной и нервной систем.

Роль клетчатки в питании. Определение и виды клетчатки

Клетчатка – это сложный углевод, который не переваривается пищеварительной системой человека. Она включает в себя два основных типа: растворимая клетчатка (растворяется в воде) и нерастворимая клетчатка (не растворяется и способствует прохождению пищи через кишечник).

Функции клетчатки:

1) поддержание здоровья кишечника: нерастворимая клетчатка помогает предотвратить запоры, увеличивая объем стула и улучшая перистальтику кишечника;

2) регуляция уровня сахара в крови: растворимая клетчатка замедляет усвоение сахаров, что приводит к более ровному уровню глюкозы в крови и снижает риск развития диабета 2 типа;

3) снижение уровня холестерина: некоторые исследования показывают, что клетчатка может способствовать снижению общего и *LDL* холестерина, что полезно для сердечно-сосудистого здоровья;

4) контроль веса: клетчатка увеличивает чувство насыщения, что может препятствовать перееданию и способствовать поддержанию здорового веса.

Клетчатка не обеспечивает организм энергией, но она играет жизненно важную роль в функционировании организма и часто рассматривается как один из основных компонентов здорового питания [1].

Целью данной работы является исследование возможности применения зародышей пшеницы и клетчатки в производстве хлеба из пшеничной муки первого сорта для повышения его пищевой ценности и качества. Исследование нацелено на оценку влияния этих добавок на структурные и органолептические характеристики хлеба, а также на его питательные свойства.

Методы исследования

В ходе данного исследования были выполнены несколько ключевых шагов.

1. Изучение влияния добавок:

– для изучения влияния зародышей пшеницы и клетчатки на хлеб, были разработаны рецептуры с различными дозировками добавок (3, 5, 7 и 10 % от массы муки);

– посмотрели на то, как эти добавки влияют на содержание клейковины, которая отвечает за текстуру и структурные свойства теста;

2. Контроль качества:

– проводился контроль органолептических характеристик готового хлеба: цвет, запах, вкус, текстура и внешний вид;

– физико-химические анализы позволили определить содержание влаги, кислотность и другие ключевые параметры;

3. Определение оптимальных дозировок: исследовались оптимальные пропорции добавок, чтобы сбалансировать их полезные эффекты и сохранить желаемую текстуру и вкус хлеба;

4. Разработка технологического процесса: разработаны и адаптированы режимы обработки теста, чтобы гарантировать правильное смешение ингредиентов и достижения нужной консистенции.

Результаты

Исследования показали несколько значимых результатов.

1. Влияние добавления зародышей пшеницы. В результате использования зародышей повысилась питательная ценность хлеба, но также были замечены ухудшения в текстуре и эластичности теста. Уровень клейковины снижался, что могло привести к более плотному хлебу и менее желаемому результату при выпечке.

2. Влияние клетчатки. Добавление клетчатки также сказалось на свойствах муки. Обнаружено, что клетчатка не только снижает количество клейковины, но и влияет на ее качество, затрудняя формирование желаемой структуры теста. Это связано с тем, что клетчатка может взаимодействовать с водонерастворимыми белками, изменяя их структуру.

3. Образование комплексов. При наличии клетчатки в тесте, некоторые водонерастворимые белки, обычно ограниченно набухающие, начали набирать больше влаги. Это приводит к образованию вязких коллоидных растворов, что, в свою очередь, затрудняет получение нужной текстуры хлеба. Изменения в взаимодействии между клетчаткой и белками приводят к образованию комплексов, которые влияют на деградацию структуры [2].

Заключение

Работа показывает, что использование зародышей пшеницы и клетчатки в производстве хлеба может значительно повысить его питательную ценность и полезные свойства. Однако добавление этих ингредиентов требует осторожного подхода, чтобы избежать ухудшения текстуры и качества конечного продукта.

Будущие исследования могут сосредоточиться на разработке новых рецептов и технологий, направленных на оптимизацию этих добавок, а также на изучении других питательных компонентов, которые могут быть включены в хлеб для его обогащения. Например, возможно

добавление семян, орехов или других сложных углеводов для дальнейшего увеличения пищевой ценности хлеба.

В результате, хлеб, обогащенный зародышами пшеницы и клетчаткой, может стать полноценным продуктом для тех, кто стремится вести здоровый образ жизни, сохраняя при этом традиционный вкус и текстуру, присущие хлебу.

Также можно сделать вывод, что при внесении пшеничной клетчатки в рецептуру хлеба возможна экономия сырья, за счет высокой водопоглотительной способности клетчатки.

Поэтому данную продукцию можно рекомендовать хлебопекарным предприятиям к внедрению в производство.

Библиографический список

1. Гусева Т. И. Повышение биологической ценности хлеба // Актуальные проблемы пищевой промышленности и общественного питания: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 19 апреля 2017 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ, 2017 – С. 54–58.
2. Гулова Т. И., Леонтьева С. А. Применение гидроколлоидов в производстве хлеба для улучшения качества и продления сроков его хранения // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – Т. 13, № 2 (66). – С. 69–75.
3. Крюкова Е. В., Чугунова О. В., Тиунов В. М. Моделирование органолептических показателей качества мучных изделий из второстепенных видов муки // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2016. – № 3 (38). – С. 80–87.
4. Садыгова М. К. Основы биотехнологии хлебопечения и мучных кондитерских изделий: краткий курс лекций для студентов 3 курса специальности (направление подготовки) 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья. – Саратов: Саратовский ГАУ, 2016. – 74 с.

Исследование взаимной стимуляции бифидобактерий при попарном сокультивировании *in vitro*

Аннотация. В работе изучено взаимное влияние пяти штаммов бифидобактерий при их попарном сокультивировании в среде с инулином с целью поиска наиболее эффективных комбинаций пробиотиков и синбиотиков. Стимулирующее воздействие оценивали по конечным показателям pH, оптической плотности, концентрациям метаболитов (молочной и уксусной кислот) и потреблению пребиотического субстрата. Были определены наиболее и наименее перспективные варианты композиций из бифидобактерий, оказывающих стимулирующее воздействие друг на друга.

Ключевые слова: бифидобактерии; пробиотики; пребиотики; сокультивирование; синергия.

Введение

Бифидобактерии (*Bifidobacterium* spp.) занимают уникальную экологическую нишу в консорциуме толстого кишечника, выступая в качестве первичных анаэробных деструкторов полисахаридов [11]. Будучи одними из первых колонизаторов кишечника у младенцев, они сохраняют значительную численность и у взрослых (до 10 % от всей совокупности микроорганизмов). Бифидобактерии играют ключевую роль в метаболизме неперевариваемых углеводов, включая растительные олигосахариды, резистентный крахмал и пищевые волокна [7]. Их уникальный ферментативный аппарат, включающий широкий спектр гликозил-гидролаз (например, β -фруктофуранозидазы и β -галактозидазы), позволяет им расщеплять субстраты, недоступные для большинства других членов микробиоты [1]. В результате этого бифидобактерии продуцируют короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), которые служат важными энергетическими субстратами и сигнальными молекулами как для эпителиальных клеток хозяина, так и для других представителей микробного сообщества [8], а также играют важную роль в борьбе с патогенами [9].

Современные метагеномные и метатранскриптомные исследования выявили сложные сети перекрестного питания между различными видами бифидобактерий в кишечнике. В частности, показано, что *B. longum* subsp. *longum* часто выступает в роли первичного деструктора полисахаридов, тогда как *B. adolescentis* и *B. pseudocatenulatum* специализируются на утилизации промежуточных продуктов распада [2].

Экспериментальные работы *in vitro* демонстрируют, что сокультивирование различных штаммов бифидобактерий может приводить

к значительному увеличению их метаболической активности по сравнению с монокультурами. Например, при совместном культивировании *B. breve* UCC2003 и *B. bifidum* PRL2010 в среде с муцином наблюдается взаимная стимуляция роста за счет обмена сиалозидазной и фукозидазной активностями [3]. Интересно, что в исследованиях с использованием флуоресцентной гибридизации *in situ* (FISH) была выявлена положительная корреляция между относительной численностью *B. longum* и *B. bifidum* в кишечнике детей, получавших грудное молоко, что может свидетельствовать о существовании устойчивых синергистических ассоциаций между этими видами [5].

Инулин, являясь классическим пребиотиком, представляет особый интерес для изучения межштаммовых взаимодействий бифидобактерий. Этот фруктан типа β (2 $\rightarrow$ 1) селективно стимулирует рост бифидобактерий, но разные виды демонстрируют различную эффективность его утилизации [6]. При этом экспериментальные данные о том, как совместное культивирование влияет на эффективность ферментации инулина и образование полезных метаболитов, остаются ограниченными. В частности, практически не изучены вопросы: как разные пары бифидобактерий распределяют метаболические потоки при совместной ферментации инулина и какие комбинации демонстрируют наибольший синергизм в кислотообразовании? Актуальность данного исследования подчеркивается растущим интересом к разработке комбинированных пробиотиков следующего поколения, где важна не просто смесь штаммов, а научно обоснованные синергистические комбинации [10]. Особую перспективность имеют работы, направленные на поиск комбинаций, где один штамм обеспечивает максимальное расщепление пребиотика (например, инулина), а другой – эффективное превращение промежуточных продуктов в полезные метаболиты [4].

Цель работы: комплексное изучение взаимной стимуляции бифидобактерий при попарном сокультивировании в среде с инулином.

Материалы и методы

Пробиотические штаммы *Bifidobacterium adolescentis* (ВКПМ AC-1662), *Bifidobacterium longum longum* (ВКПМ AC-1665), *Bifidobacterium bifidum* (ВКПМ AC-1666) были выбраны для эксперимента как виды, преобладающие в биоценозе взрослого человека, *Bifidobacterium breve* (ВКПМ AC-1911) и *Bifidobacterium longum infantis* (ВКПМ AC-1912) как типичные представители микробиоты детей грудного возраста.

В качестве питательной среды использовалась среда Rossi *et al* с содержанием инулина 10 г/л [6]. Культивирование проводили в плоскодонных колбах объемом 150 мл в 50 мл в течение 10 ч при 37 °C с перемешиванием 170–200 об/мин в атмосфере азота с 2 % CO₂. Перед

засевом определяли pH инокулятов (17 ч роста) и оптическую плотность (ОП) (600 нм, контроль – дистиллированная вода), а затем центрифугировали при 6000 об/мин 4 мин, ресуспендировали в буферном растворе до достижения ОП 5,0 и засевали из расчета 1 об.% в случае моно-культур и по 0,5 об.% – для парных со-культур. Отбор проб проводили сразу после засева и по завершении культивирования через 10 ч. Определяли pH, ОП, концентрацию молочной и уксусной кислот и моносахаридов методом ВЭЖХ [12], полисахаридов модифицированным методом Бертрана-Шорля.

Результаты и обсуждение

Для определения наиболее перспективных композиций штаммов было проведено исследование одиночного и совместного роста на среде *Rossi* с инулином 5 различных штаммов бифидобактерий в течение 10 ч. Данные по ОП и изменению pH, накопления кислот и потреблению поли- и моносахаридов представлены на рис. 1–3.

Исходя из результатов о закислении среды 6 из 10 композиций превосходят показатели кислотности среды для чистых культур, используемых в комбинации. Наибольшее снижение pH на 11,2–19,5 % наблюдается у комбинаций *B. longum* с *B. breve* и *B. longum* с *B. infantis*, наименьшее – у *B. adolescentis* с *B. infantis*.

По данным об оптической плотности максимальный прирост биомассы зафиксирован у *B. bifidum* с *B. infantis* и *B. longum* с *B. infantis* и составляет 28,9 и 25 % соответственно. Не прослеживается увеличение биомассы у *B. adolescentis* с *B. infantis*.

По результатам потребления углеводов композиции *B. longum* с *B. infantis*, *B. longum* с *B. bifidum* и *B. bifidum* с *B. breve* показывают самую высокую интенсивность метаболизации субстрата в среднем, превышая показатели чистых культур в 1,5 раза. В комбинации *B. adolescentis* с *B. bifidum* напротив отмечается пониженная переработка пребиотика.

Исходя из экспериментальных данных максимальное накопления молочной и уксусной кислот обеспечивается композицией *B. longum* с *B. infantis*, продуцирующей в $\approx 3,2$ раза больше уксусной кислоты и в $\approx 1,7$ раз молочной по сравнению с значениями одиночных штаммов. Положительное влияние на накопление кислот было установлено для комбинации *B. adolescentis* с *B. breve* и *B. breve* с *B. infantis*. В композициях *B. adolescentis* с *B. infantis*, *B. adolescentis* с *B. breve* было зафиксировано сокращение продуцирования молочной и уксусной кислот на 13,7–21,9 и 46,1–54,6 % соответственно.

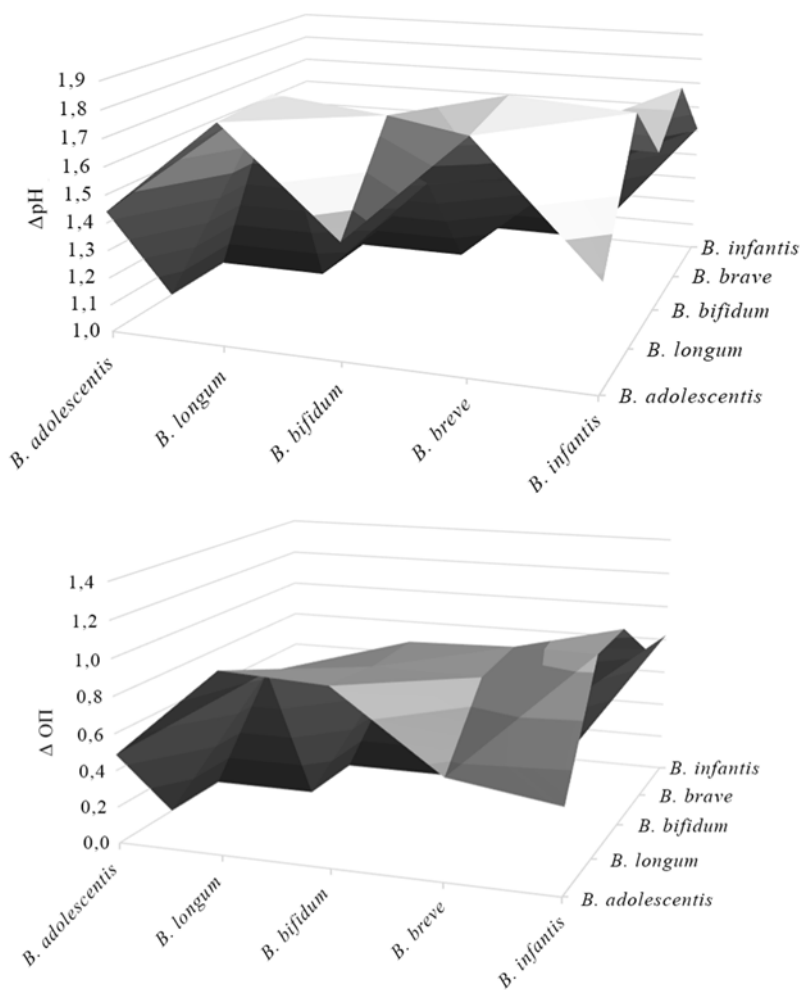


Рис. 1. Изменения pH (ΔpH) среды после ферментации бифидобактерий и прироста биомассы (ΔOP) композиций из бифидобактерий, %

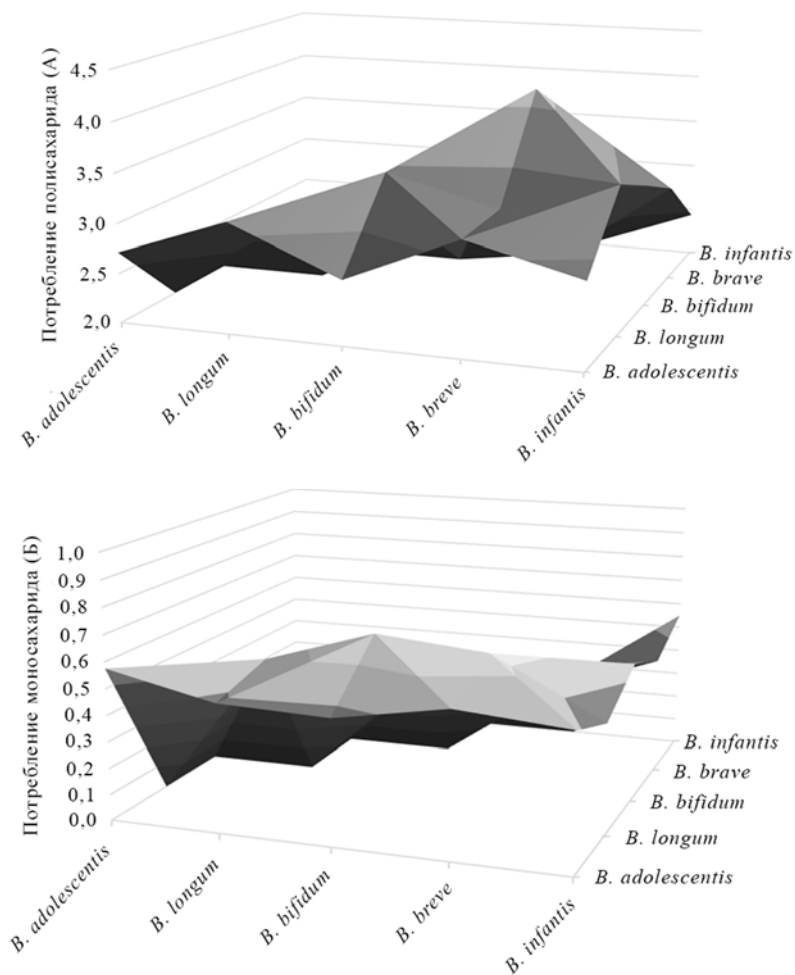


Рис. 2. Метаболизация инулина (А) и потребление моносахаридов (Б) композициями из бифидобактерий, г/л

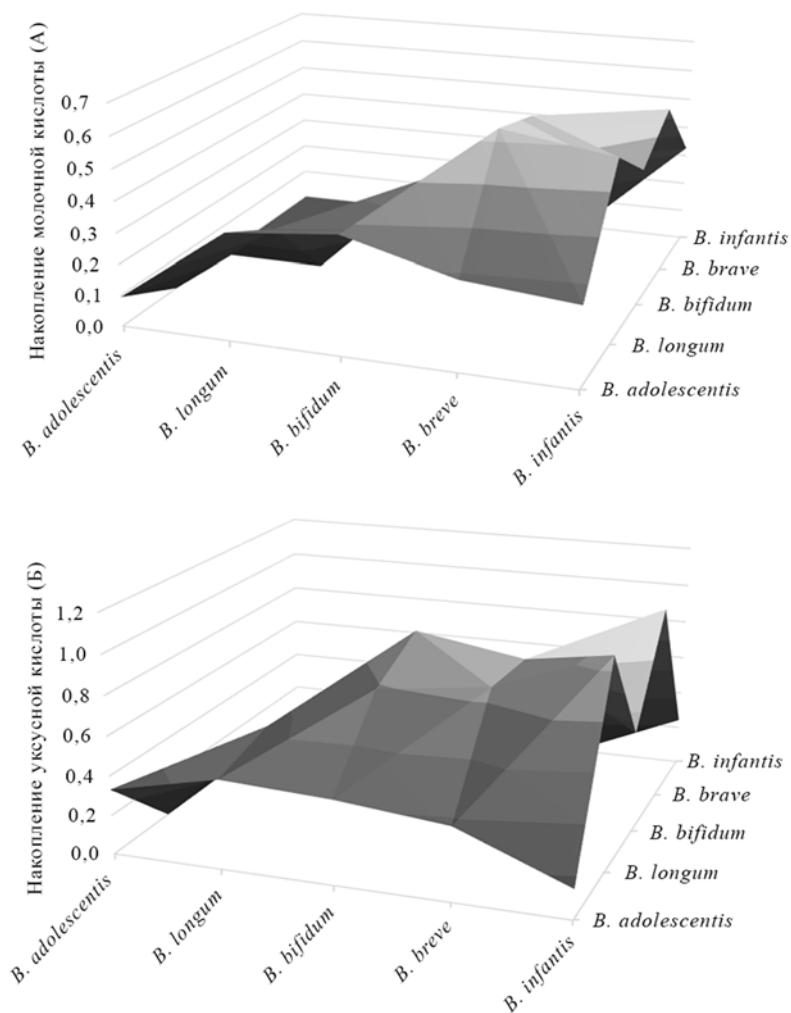


Рис. 3. Накопление молочной (А) и уксусной (Б) кислот композициями из бифидобактерий, г/л

Выводы

По результатам проведенного исследования были составлены композиции бифидобактерий и проанализирована возможность стимулирующего взаимодействия между ними. Положительное влияние бактерий друг на друга было выявлено в композициях *B. longum*

с *B. breve*, *B. longum* с *B. bifidum*, *B. breve* с *B. infantis*, наиболее перспективной комбинацией является *B. longum* с *B. infantis*, показавшая улучшение характеристик по всем параметрам относительно чистых культур. Наряду с стимуляцией в вышеперечисленных смесях при совместном культивировании *B. adolescentis* с *B. infantis*, *B. adolescentis* с *B. bifidum*, *B. adolescentis* с *B. breve* наблюдалось угнетение роста бактерий, что свидетельствует о наименьшей эффективности данных комбинаций.

Библиографический список

1. *Bifidobacteria* exhibit social behavior through carbohydrate resource sharing in the gut / C. Milani, G. A. Lugli, S. Duranti et al. // Scientific reports. – 2015. – Vol. 5, no. 1. – Art. 15782.
2. *Comparative* genomics of the *Bifidobacterium breve* taxon / F. Bottacini, M. O. Motherway, J. Kuczynski et al. // BMC genomics. – 2014. – Vol. 15. – P. 1–19.
3. *Cross-feeding* by *Bifidobacterium breve* UCC2003 during co-cultivation with *Bifidobacterium bifidum* PRL2010 in a mucin-based medium / M. Egan, M. O. Motherway, M. Kilcoyne et al. // BMC microbiology. – 2014. – Vol. 14. – P. 1–14.
4. *Deciphering* the trophic interaction between *Akkermansia muciniphila* and the butyrogenic gut commensal *Anaerostipes caccae* using a metatranscriptomic approach / L. W. Chia, V. V. H. Hornung, S. Aalvink et al. // Antonie Van Leeuwenhoek. – 2018. – Vol. 111, no. 6. – P. 859–873.
5. *Examination* of faecal *Bifidobacterium* populations in breast- and formula-fed infants during the first 18 months of life / L. C. Roger, A. Costabile, D. T. Holland et al. // Microbiology. – 2010. – Vol. 156, no. 11. – P. 3329–3341.
6. *Fermentation* of fructooligosaccharides and inulin by bifidobacteria: a comparative study of pure and fecal cultures / M. Rossi, C. Corradini, A. Amaretti et al. // Applied and environmental microbiology. – 2005. – Vol. 71, no. 10. – P. 6150–6158.
7. *Intestinal* short chain fatty acids and their link with diet and human health / D. Ríos-Covián, P. Ruas-Madiedo, A. Margolles et al. // Frontiers in microbiology. – 2016. – Vol. 7. – Art. 185.
8. *Metabolism* of sialic acid by *Bifidobacterium breve* UCC2003 / M. Egan, M. O. Motherway, M. Ventura, D. Sinderen // Applied and environmental microbiology. – 2014. – Vol. 80, no. 14. – P. 4414–4426.
9. *O'Callaghan A., Van Sinderen D.* *Bifidobacteria* and their role as members of the human gut microbiota // Frontiers in microbiology. – 2016. – Vol. 7. – Art. 925.
10. *Stable engraftment* of *Bifidobacterium longum* AH1206 in the human gut depends on individualized features of the resident microbiome / M. X. Maldonado-Gómez, I. Martínez, F. Bottacini et al. // Cell host & microbe. – 2016. – Vol. 20, no. 4. – P. 515–526.

11. Turróni F., Sinderen D., Ventura M. Bifidobacteria: from ecology to genomics // *Frontiers in Bioscience-Landmark*. – 2009. – Vol. 14, no. 4673. – P. 84.

12. Validation of a HPLC method for simultaneous determination of main organic acids in fruits and juices / R. Scherer, A. C. P. Rybka, C. A. Ballus et al. // *Food Chemistry*. – 2012. – Vol. 135, no. 1. – P. 150–154.

М. Т. Куулар, С. А. Евдокимова, В. И. Панфилов

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева,
г. Москва

Влияние каротиноидов на рост и метаболизм бифидобактерий

Аннотация. В работе изучен бифидогенный потенциал β -каротина. Стимулирующее действие растворов оценивали путем их добавления в питательные среды при культивировании следующих штаммов бифидобактерий: *B. longum*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. infantis*. Количественное содержание продуктов метаболизма микроорганизмов (молочной, уксусной и пропионовой кислот) оценивали методом ВЭЖХ. Для оценки роста бифидобактерий определяли количество жизнеспособных клеток. При сравнении роста штаммов в средах с β -каротином и контрольных образцах (без β -каротина) было отмечено бифидогенное действие витамина в отношении всех четырех штаммов.

Ключевые слова: бифидобактерии; β -каротин; пребиотики; пробиотики; синбиотики.

Введение

Бифидобактерии (*Bifidobacterium spp.*) являются ключевыми представителями микробиоты кишечника человека, играющими важную роль в поддержании гомеостаза, модуляции иммунного ответа и защите от патогенов [3]. Их метаболическая активность, в частности способность продуцировать короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), во многом определяет благотворное влияние на здоровье хозяина [2].

В последние годы особое внимание исследователей привлекает возможность стимуляции роста и метаболической активности бифидобактерий с использованием биологически активных соединений, в том числе каротиноидов [4].

Бета-каротин – провитамин А, относящийся к группе каротиноидов, широко распространен в растительном сырье (морковь, тыква, облепиха) и обладает выраженной антиоксидантной активностью [1].

Исследования последних лет свидетельствуют о его потенциальном пребиотическом эффекте в отношении представителей кишечного микробиома [7]. В частности, показана способность некоторых штаммов бифидобактерий метаболизировать каротиноиды, что может влиять

на их рост и кислотообразующую функцию [10], тем самым способствуя подавлению роста кишечных патогенов [8]. Однако механизмы этого взаимодействия и видовые особенности ответа бифидобактерий на присутствие бета-каротина остаются малоизученными.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью поиска новых природных стимуляторов роста пробиотических микроорганизмов. Бета-каротин представляет особый интерес как соединение, которое может одновременно выполнять функцию пребиотика и антиоксиданта, усиливая положительное влияние бифидобактерий на организм хозяина [9].

Кроме того, понимание особенностей метаболизма каротиноидов бифидобактериями важно для разработки новых функциональных продуктов питания и пробиотических препаратов [5].

Цель работы: изучение влияния бета-каротина на рост и кислотообразование различных видов бифидобактерий при культивировании *in vitro*.

Материалы и методы

В качестве источника каротиноидов использовали β -каротин (SanYiBiotech Co, Китай). Для оценки воздействия на рост бифидобактерий готовили два варианта водного раствора: 0,04 г/л (концентрат) и 0,012 г/л (раствор).

Для оценки влияния компонентов экстракта на рост бифидобактерий их добавляли стерильно в питательную среду по Rossi *et al.* [6] половинного состава из расчета 10 об.%. В качестве углевода в среду добавляли 5 г/л глюкозы.

Объектом исследования выступали 4 пробиотических штамма, полученных из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПМ): *Bifidobacterium longum* (ВКПМ AC-1665), *B. bifidum* (ВКПМ AC-1666), *B. breve* (ВКПМ AC-1911), *B. infantis* (ВКПМ AC-1912). Культивирование проводили в CO₂ – инкубаторе (Binder, Германия) при температуре 37 °С с перемешиванием 120 об/мин в течение 10 ч. Инокулянты растили 17 ч. в аналогичных условиях, без добавления экстракта в питательную среду вносили в экспериментальные и контрольные среды после промывки и стандартизации по оптической плотности (до начальной оптической плотности (ОП) культур 0,05). В качестве контрольных сред, также, использовали среду по Rossi *et al.* [6] половинного состава с 5 г/л глюкозы. Определение содержания основных продуктов метаболизма бифидобактерий – молочной и уксусной кислот проводили методом ВЭЖХ с использованием хроматографической системы Agilent 1220 Infinity. Определение численности живых клеток проводили методом Коха с высевом десятикратных разведений в столбики полужидкой Бифидум-среды.

Результаты и обсуждение

Рост бифидобактерий в средах сравнивали с ростом в контрольной среде (контроль). Начальная численность бактерий во всех случаях лежала в пределах 5,5–6,0 lg(KOE/мл), а начальный pH – 6,8 (что соответствует уровню pH в толстом кишечнике человека). Основными параметрами роста культур принимали конечное количество живых бактерий и накопление основных продуктов их метаболизма (молочной и уксусной кислот), представленных на рис. 1–4.

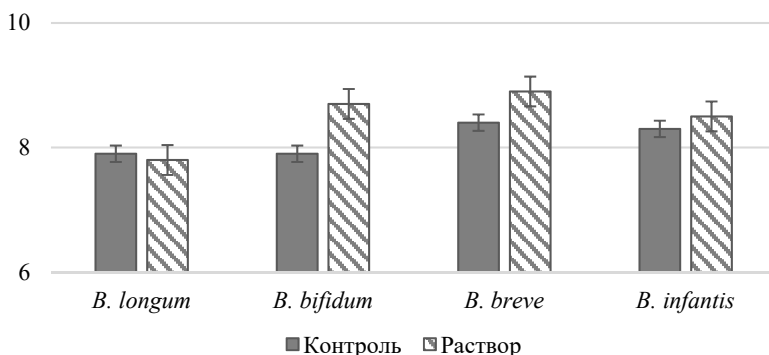


Рис. 1. Конечное количество живых бифидобактерий при культивировании с добавлением раствора β -каротина, lg(KOE/мл)

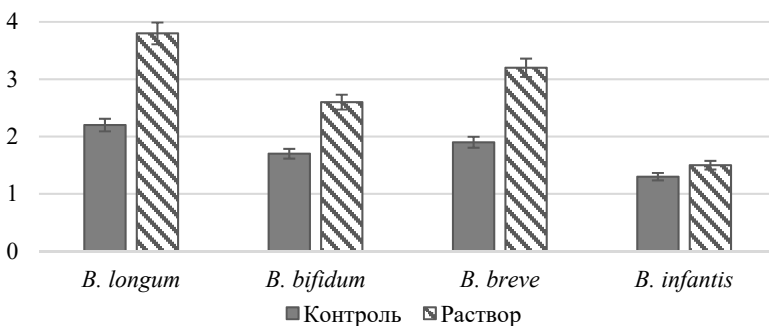


Рис. 2. Суммарный выход продуцированных (молочной и уксусной) кислот при культивировании с добавлением раствора β -каротина, г/л

Влияние компонентов экстракта на рост численности всех четырех штаммов бифидобактерий (*B. longum*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. infantis*) в обоих вариантах было нейтральным или положительным относительно роста в контрольных средах (см. рис. 1 и 3). Причем, как в случае

концентрата, с большим содержанием β -каротина, так и при добавлении раствора, с меньшим содержанием β -каротина, наибольшее стимулирование роста наблюдалось у *B. breve* (на 0,3 и 0,32 lg(KOE/мл) выше контроля соответственно).

Причем, при повышении концентрации β -каротина стимулирование роста является было более выраженным.

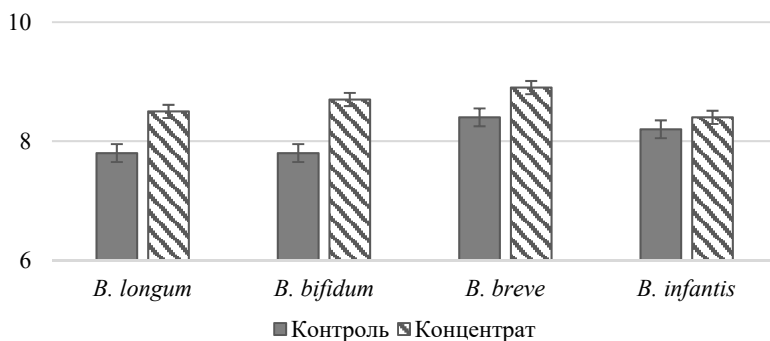


Рис. 3. Конечное количество живых бифидобактерий при культивировании с добавлением концентрата β -каротина, lg(KOE/мл)

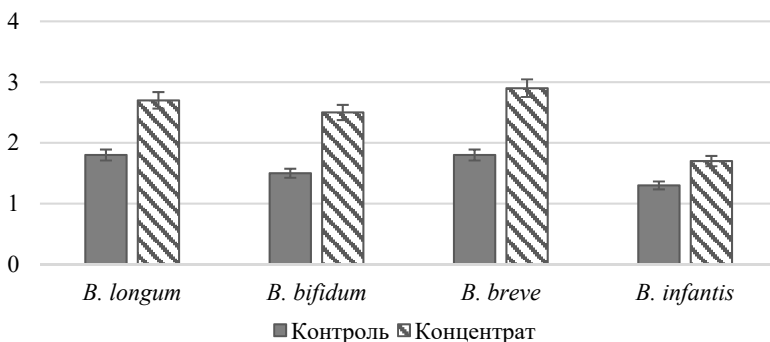


Рис. 4. Суммарный выход продуцированных (молочной и уксусной) кислот при культивировании с добавлением концентрата β -каротина, г/л

Влияние компонентов экстракта на продуцирование молочной и уксусной кислот (см. рис. 2 и 4) в случае *B. breve*, *B. bifidum*, *B. longum* и *B. infantis*, в целом, соотносится с результатами по конечной численности. Однако, в случае *B. breve*, при минимальном влиянии на рост численности в обоих вариантах, продуцирование кислот было значительно стимулировано в присутствии меньшей концентрации

β-каротина (раствора) и достигло максимального значения среди других штаммов при добавлении концентрата – 1,23 г/л молочной и 2,0 г/л уксусной кислот, а в случае концентрата – 0,96 и 1,85 г/л соответственно.

Закключение

В ходе данной работы был проанализирован бифидогенный потенциал раствора и концентрата β-каротина. Было выявлено, что β-каротин способен оказывать стимулирующее воздействие на рост всех штаммов: *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum* и *Bifidobacterium breve*. Помимо этого, было отмечено, что конечная численность микроорганизмов определялась концентрацией β-каротина, внесенного в среды. Необходимо отметить отсутствие подавляющего действия как при низких, так и при высоких концентрациях каротиноидов.

Библиографический список

1. *A global perspective on carotenoids: Metabolism, biotechnology, and benefits for nutrition and health* / M. Rodríguez-Concepción, J. Avalos, M. L. Bonet et al. // *Progress in Lipid Research*. – 2018. – Vol. 70. – P. 62–93.
2. *Bifidobacteria and butyrate-producing colon bacteria: importance and strategies for their stimulation in the human gut* / A. Rivière, M. Selak, D. Lantin et al. // *Frontiers in Microbiology*. – 2016. – Vol. 7. – Art. 979.
3. *Bifidobacteria and the infant gut: an overview on ecology, physiology, and biotechnological applications* / F. Turróni, C. Peano, D. A. Pass et al. // *Frontiers in Microbiology*. – 2018. – Vol. 9. – Art. 2346.
4. *Bifidobacteria exhibit social behavior through carbohydrate resource sharing in the gut* / C. Milani, S. Duranti, F. Bottacini et al. // *Scientific Reports*. – 2015. – Vol. 5. – Art. 15782.
5. *Evidence of the anti-inflammatory effects of probiotics and synbiotics in intestinal chronic diseases* / J. Plaza-Diaz, C. Gomez-Llrente, L. Fontana et al. // *Nutrients*. – 2017. – Vol. 9, no. 6. – Art. 555.
6. *Fermentation of fructooligosaccharides and inulin by bifidobacteria: a comparative study of pure and fecal cultures* / M. Rossi, C. Corradini, A. Amaretti et al. // *Applied and Environmental Microbiology*. – 2005. – Vol. 71, no. 10. – P. 6150–6158.
7. *Kaulmann A., Bohn T. Carotenoids, inflammation, and oxidative stress – implications of cellular signaling pathways and relation to chronic disease prevention* // *Nutrition Research*. – 2014. – Vol. 34, no. 11. – P. 907–929.
8. *O'Callaghan A., Van Sinderen D. Bifidobacteria and their role as members of the human gut microbiota* // *Frontiers in Microbiology*. – 2016. – Vol. 7. – Art. 925.
9. *Saini R. K., Nile S. H., Park S. W. Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities* // *Food Research International*. – 2015. – Vol. 76, no. 3. – P. 735–750.
10. *Takaichi S. Carotenoids in algae: distributions, biosyntheses and functions* // *Marine Drugs*. – 2011. – Vol. 9, no. 6. – P. 1101–1118.

Производство и использование стартовых культур, бактериальных заквасок, биопрепаратов

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты биотехнологий и их применение в различных сферах, включая медицину, сельское хозяйство и защиту окружающей среды. Освещены темы использования стартовых культур и бактериальных заквасок в производстве продуктов питания и лекарственных средств, а также важность отбора и выращивания штаммов микроорганизмов. Обсуждается вклад биотехнологий в улучшение плодородия почвы и очистку сточных вод. Подчеркивается значимость инноваций, таких как генная инженерия и нанотехнологии, для будущего развития биотехнологий и их экономическое влияние. Рассмотрены этические аспекты использования ГМО и необходимость баланса между преимуществами и рисками. Заключительная часть посвящена потенциалу биотехнологий для улучшения здоровья и качества жизни.

Ключевые слова: биотехнологии; стартовые культуры; бактериальные закваски; генная инженерия; нанотехнологии; плодородие почвы; очистка сточных вод; экономическое влияние; этические аспекты; устойчивое развитие; пищевая безопасность; пищевая промышленность; здоровье человека.

Стартовые культуры, бактериальные закваски и биопрепараты играют важную роль в пищевой промышленности, сельском хозяйстве и медицине. Они используются для улучшения вкуса, текстуры, питательной ценности продуктов и для производства антибиотиков, вакцин и других важных веществ.

Производство стартовых культур начинается с отбора штаммов микроорганизмов, которые могут выдерживать промышленные условия и обладают нужными свойствами.

Эти культуры выращивают в биореакторах, где контролируются температура, pH, кислород и питательные вещества [1].

Биопрепараты в сельском хозяйстве

В сельском хозяйстве биопрепараты используют для борьбы с вредителями и болезнями растений, улучшения плодородия почвы и стимуляции роста растений. Это экологически чистый способ улучшения урожайности и качества продукции.

Использование бактериальных заквасок

Бактериальные закваски широко используются в производстве молочных продуктов, таких как йогурт, кефир и сыры. Они способствуют

созреванию продукта, формированию вкуса и текстуры, а также улучшают пищеварение и усвоение питательных веществ¹.

Применение стартовых культур в медицине

Стартовые культуры находят широкое применение в медицинской промышленности, особенно в производстве фармацевтических препаратов. Они используются для создания антибиотиков, вакцин и других лекарственных средств. Благодаря точному отбору и модификации штаммов, удается получать высокоэффективные и безопасные продукты.

Биотехнологии и окружающая среда

Биотехнологии также играют ключевую роль в защите окружающей среды. Биопрепараты используются для очистки сточных вод, утилизации отходов и рекультивации почв. Это способствует снижению загрязнения и сохранению биоразнообразия.

Инновации в биотехнологиях

Современные исследования в области биотехнологий направлены на создание новых видов стартовых культур и бактериальных заквасок, которые могут быть использованы в различных условиях. Инновации в этой области открывают новые возможности для улучшения качества жизни и здоровья человека. Исходя из состава, на сегмент многопрофильных смесей в 2023 г. пришлось 54,6 % доли рынка мясостартерных культур, чему способствовало стремление к достижению сложных и нюансированных вкусовых профилей в мясных продуктах. Универсальность и адаптивность составов с несколькими штаммами делают их предпочтительным выбором для производителей, стремящихся удовлетворить разнообразные потребительские вкусы².

Экономическое значение стартовых культур и биопрепаратов трудно переоценить. Они способствуют снижению затрат в производстве, повышению урожайности и качества продукции, что важно для экономического роста и развития³.

Культуры с одним штаммом, хотя и занимают значительную долю рынка, часто предпочитают для конкретных применений, где требуется целевая микробная активность.

¹ *Использование заквасок в традиционных мясных продуктах* // Здоровеево. – URL: <https://www.zdoroveevo.ru/blog/ispolzovanie-zakvasok-v-traditsionnykh-myasnykh-produktakh/> (дата обращения: 08.12.2024)

² *Размер рынка стартовых культур, возможности роста 2024–2032* // Global Market Insights. – URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/meat-starter-cultures-market> (дата обращения: 08.12.2024)

³ *Отчет об анализе размера, доли и тенденций мирового рынка мясных заквасок – Обзор отрасли и прогноз до 2032 года* // Data bridge market research. – URL: <https://www.databridgemarketresearch.com/ru/reports/global-meat-starter-cultures-market?ysclid=m9sn474011703530241> (дата обращения: 08.12.2024)

Будущее биотехнологий выглядит многообещающим. С развитием генной инженерии и нанотехнологий появляются новые подходы к производству и использованию стартовых культур и биопрепаратов. Это может привести к революционным изменениям в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Генная инженерия и стартовые культуры

Генная инженерия позволяет ученым модифицировать генетический материал микроорганизмов для получения стартовых культур с улучшенными свойствами. Это может включать повышение устойчивости к вирусам, улучшение способности производить полезные вещества или ускорение процессов ферментации.

Нанотехнологии в биотехнологиях

Нанотехнологии открывают новые возможности для биотехнологий, позволяя создавать наночастицы, которые могут служить переносчиками лекарств, улучшая их доставку и эффективность.

Также они могут использоваться для разработки новых диагностических инструментов и устройств.

Индустрия мясных стартеров демонстрирует заметные тенденции, обусловленные меняющимися предпочтениями потребителей и отраслевыми достижениями. Существенной тенденцией является растущий спрос на растительные и альтернативные белковые продукты, стимулирующие развитие стартовых культур, адаптированных для не мясных применений. Кроме того, все больше внимания уделяется функциональным ингредиентам, что приводит к включению пробиотических штаммов в мясные стартеры для улучшения вкуса и здоровья кишечника.

Устойчивость является ключевым направлением, с ростом экологически чистых и местных культур. Рынок мясных культур также отражает переход к индивидуальным смесям бактериальных штаммов, что позволяет производителям создавать уникальные и дифференцированные мясные продукты.

Кроме того, цифровизация и технологии, основанные на данных, используются для контроля качества и прослеживаемости по всей цепочке поставок мяса, обеспечения безопасности продукции и соответствия нормативным стандартам. Эти тенденции в совокупности подчеркивают динамичный и инновационный характер рынка, поскольку он продолжает адаптироваться к меняющейся динамике потребителей и развитию отрасли [2].

Биоинформатика и биотехнологии

Биоинформатика играет ключевую роль в анализе и интерпретации биологических данных. С помощью компьютерных алгоритмов и про-

граммного обеспечения ученые могут анализировать генетические последовательности, что способствует разработке новых биопрепаратов и улучшению существующих.

Биотехнологии и пищевая безопасность

Биотехнологии также вносят вклад в обеспечение пищевой безопасности, позволяя быстро и точно определять патогены в продуктах питания. Это помогает предотвратить распространение болезней и улучшает контроль качества продукции¹.

Этические аспекты биотехнологий

Важной частью развития биотехнологий является обсуждение этических вопросов, связанных с геной инженерией и использованием ГМО. Общество должно взвешивать потенциальные преимущества и риски, чтобы обеспечить ответственное использование технологий.

Биотехнологии продолжают развиваться с удивительной скоростью, предлагая новые решения для медицины, сельского хозяйства, пищевой промышленности и защиты окружающей среды. Они представляют собой мощный инструмент для улучшения качества жизни и устойчивого развития нашей планеты.

Библиографический список

1. *Зубкова А. А.* Использование стартовых культур в продуктах животного происхождения для повышения их безопасности // Актуальные исследования. – 2023. – Т. 134, № 4. – С. 41–43.
2. *Пономарев В. Я., Китаевская С. В., Шнип Е. О.* Биотехнологические аспекты использования стартовых культур при производстве мясных продуктов // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, № 15 – С. 179–182.

¹ *Размер рынка стартовых культур, возможности роста 2024–2032* // Global Market Insights. – URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/meat-starter-cultures-market> (дата обращения: 08.12.2024)

О. С. Спесивцева, А. А. Красноштанова

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева,
г. Москва

Исследование высвобождения биологически активных веществ и катионов металлов из липосомальных комплексов на основе соевого и подсолнечного лецитинов в модели переваривания ЖКТ

Аннотация. В статье исследовано высвобождение биологически активных веществ (витаминов С, В₂, В₁₂, катионов металлов: Zn(II), Fe(III), Co(II) и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК)) из липосомальных комплексов на основе соевого и подсолнечного лецитинов в условиях моделирования желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Инъекционным методом были получены три комплекса: Zn(II) + С + ПНЖК; Fe(III) + В₂ + ПНЖК; Co(II) + В₁₂ + ПНЖК. Моделирование переваривания проводили по стандартизированному протоколу *in vitro*, анализируя высвобождение веществ в разных отделах ЖКТ (ротовая полость, желудок, кишечник). Результаты показали, что высвобождение веществ зависит от типа лецитина и отдела ЖКТ: для комплекса Zn(II) + С + ПНЖК наибольшее высвобождение наблюдалось в желудке (соевый лецитин) и ротовой полости (подсолнечный лецитин), а для Co(II) + В₁₂ + ПНЖК – в кишечнике. Наибольшая эффективность отмечена для комплекса на основе подсолнечного лецитина.

Ключевые слова: липосомы; липосомальные комплексы; желудочно-кишечный тракт; микроэлементы; витамины; ПНЖК.

Введение

Липосомальные частицы представляют собой везикулы, которые применяются в косметологии, медицине и т.д. [2]. Липосомы способны включать гидрофильные компоненты во внутреннюю область, а липофильные субстанции – во внешнюю [1]. Особый интерес исследователей вызывает поиск носителей, способных обеспечить целевую («адресную») доставку лекарственного средства. Данный метод обеспечивает, как защиту веществ, инкапсулированных внутри липосом, так и организм от нежелательного негативного влияния инкапсулированных средств. Включение витаминов, катионов металлов и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в состав липосом повышает биодоступность и эффективность нутрицевтиков. Некоторые витамины и катионы металлов рекомендуется принимать совместно. Однако есть такие комбинации, которые способны ингибировать действие друг друга [4]. В данной работе рассматриваются три липосомальных комплекса: Zn(II) + С + ПНЖК; Fe(III) + В₂ + ПНЖК; Co(II) + В₁₂ + ПНЖК. ПНЖК могут улучшать усвоение витамина С и цинка. Кроме того, жирные кислоты могут образовывать мицеллы с витамином С, улучшая его растворимость и активность в водной среде. ПНЖК могут действовать как

противовоспалительные агенты, а витамин С является мощным антиоксидантом. Цинк также участвует в антиоксидантных процессах, поддерживая иммунитет и способствуя заживлению ран. Липосомы могут служить транспортными системами для катионов железа, сохраняя их активность и предотвращая окисление. Рибофлавин облегчает транспорт и метаболизм железа, а также помогает организму усваивать кислород. Кобальт является кофактором в метаболизме витамина В₁₂.

Материалы и методы

Липосомы получали инъекционным методом из соевого и подсолнечного лецитина [3]. Концентрацию рибофлавина оценивали путем измерения оптической плотности при длине волны 445 нм. Концентрацию цанокобаламина определяли по величине оптической плотности при длине волны 520 нм. Концентрацию аскорбиновой кислоты определяли титрованием краски Тильманса. Моделирование переваривания в различных отделах ЖКТ проводили в соответствии с Международным стандартизированным протоколом [5].

Результаты и обсуждение

Первым этапом работы стало определение наилучших концентраций вышеперечисленных веществ, обеспечивающих их полное включение в липосомы. Полученные результаты приведены в таблице. По полученным данным инъекторным методом были приготовлены три липосомальных комплекса следующего состава: Zn(II) + С + ПНЖК; Fe(III) + В₂ + ПНЖК; Co(II) + В₁₂ + ПНЖК.

Наилучшие концентрации для включения веществ в липосомы

Тип лецитина	Концентрация, обеспечивающая полное включение компонента в липосомы, мг/л					
	Fe (III)	Co (II)	Zn (II)	C	B ₂	ПНЖК
Подсолнечный лецитин	0,2	20	70	4	0,4	10
						3300

Следующим этапом работы было изучено высвобождение исследуемых витаминов, катионов металлов и ПНЖК в средах отделов ЖКТ. Для этого были приготовлены по 0,5 г комплексных липосом, содержащих исследуемые вещества в наилучших концентрациях, полученных выше. Полученные данные приведены на рис. 1 и 2.

Из рис. 1 (А) видно, что для липосом, приготовленных из соевого лецитина наилучшее высвобождение наблюдается в желудке и составляет для витамина С – 68 %, катионов Zn (II) – 53 %, ПНЖК – 34 %, из чего можно сделать вывод, что наибольшее стабилизирующее действие на липосомы оказывают витамин С и ПНЖК.

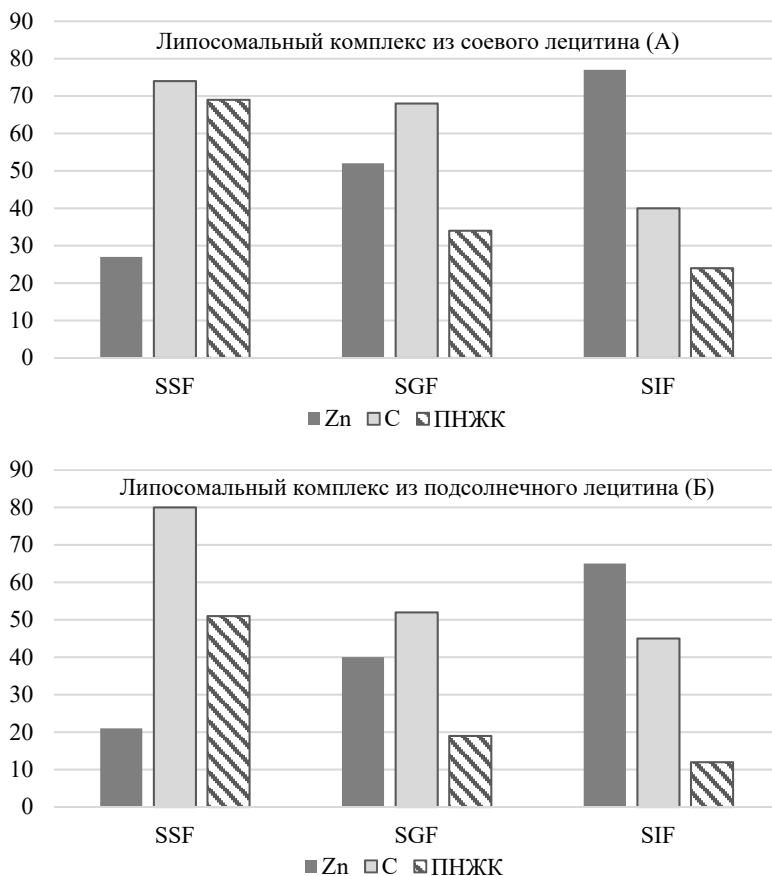


Рис. 1. Высвобождение в отделах ЖКТ при последовательном профиле переваривания компонентов липосомального комплекса $Zn(II) + C + ПНЖК$, приготовленного из соевого (А) и подсолнечного (Б) лецитина, %

По рис. 1 (Б) видно, что из липосом, синтезированных подсолнечного лецитина наилучшее высвобождение наблюдается в ротовой полости и составляет для витамина С – 80 %, катионов $Zn(II)$ – 21 %, ПНЖК – 51 %, поэтому можно сделать вывод, что наибольшее стабилизирующее действие на липосомы оказывают витамин С и ПНЖК.

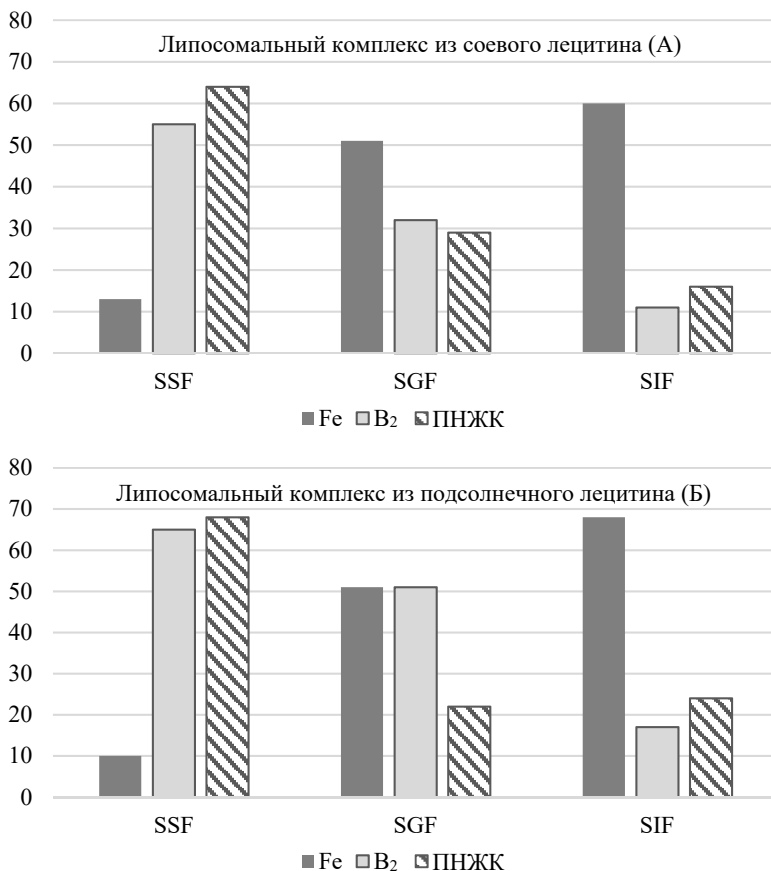


Рис. 2. Высвобождение в отделах ЖКТ при последовательном профиле переваривания компонентов липосомального комплекса Fe(III) + B₂ + ПНЖК, приготовленного из соевого (А) и подсолнечного (Б) лецитина, %

Следующие исследования по изучению высвобождения витаминов, катионов металлов и ПНЖК из липосом в средах ЖКТ были проведены для комплексных липосом, содержащих катионы Fe(III), витамин B₂ и ПНЖК.

Из рис. 2 (А) видно, что для липосом, приготовленных из соевого лецитина наилучшее высвобождение наблюдается в ротовой полости и составляет для витамина B₂ – 55 %, катионов Fe(III) – 13 %, ПНЖК – 64 %, из чего можно сделать вывод, что наибольшее стабилизирующее действие на липосомы оказывают витамин B₂ и ПНЖК.

Из рис. 2 (Б) видно, что для липосом, приготовленных из подсолнечного лецитина наилучшее высвобождение наблюдается в желудке и составляет для витамина В₂ – 51 %, катионов Fe(III) – 51 %, ПНЖК – 22 %, из чего можно сделать вывод, что наибольшее стабилизирующее действие на липосомы оказывают витамин В₂ и ПНЖК.

Заключительным этапом исследования стало моделирование переваривания ЖКТ липосом, в состав которых входят катионы Co(II), витамин В₁₂, ПНЖК. Результаты моделирования ЖКТ из липосом, приготовленных из соевого и подсолнечного лецитина представлены на рис. 3.

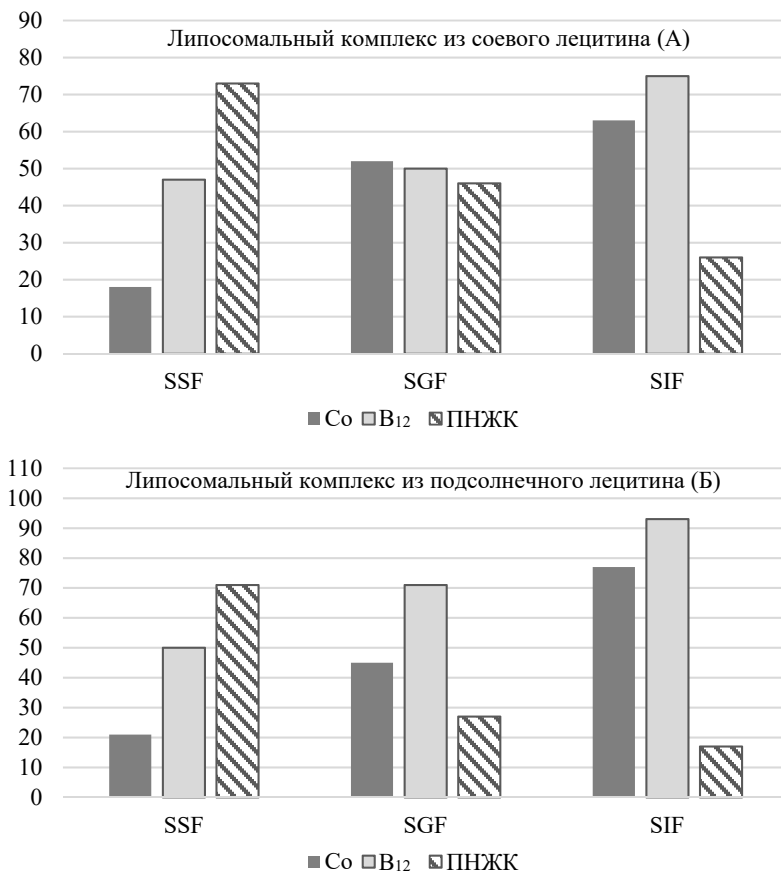


Рис. 3. Высвобождение в отделах ЖКТ при последовательном профиле переваривания компонентов липосомального комплекса Co(II) + В₁₂ + ПНЖК, приготовленного из соевого (А) и подсолнечного (Б) лецитина, %

Из рис. 3 (А) видно, что для липосом, приготовленных из соевого лецитина наилучшее высвобождение наблюдается в кишечнике и составляет для витамина В₁₂ – 75 %, катионов Со(II) – 63 %, ПНЖК – 26 %, из чего можно сделать вывод, что наибольшее стабилизирующее действие на липосомы оказывают витамин В₁₂ и Со(II).

Из рис. 3 (Б) видно, что для липосом, приготовленных из подсолнечного лецитина наилучшее высвобождение наблюдается в кишечнике и составляет для витамина В₁₂ – 93 %, катионов Со(II) – 76 %, ПНЖК – 17 %, из чего можно сделать вывод, что наибольшее стабилизирующее действие на липосомы оказывают витамин В₁₂ и Со(II).

Выводы

Инъекционным методом были получены комплексные липосомы на основе соевого и подсолнечного лецитинов с включенными в них витаминами, катионами металлов и ПНЖК;

Проведено моделирование переваривания ЖКТ (желудочно-кишечного тракта) человека *in vitro* полученных липосом. Установлено, что наибольший процент высвобождения наблюдается в кишечнике из комплекса Со(II) + В₁₂ + ПНЖК на основе подсолнечного лецитина.

Библиографический список

1. Громова О. А., Торшин И. Ю., Лисицына Е. Ю. Гепатопротекторные свойства витаминов в прекоцепции и при беременности // Земский врач. – 2011. – № 4. – С. 23–28.
2. Липосомы как система таргетной доставки лекарственных средств (обзор) / В. С. Горбик, З. С. Шпрах, Ж. М. Козлова, В. Г. Салова // Российский биотерапевтический журнал. – 2021. – Т. 20, № 1. – С. 33–41.
3. Магдеева Э. А. Выделение липосом из яичного лецитина // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. – Т. 221, № 1. – С. 135–137
4. Мирошников А. Б., Смоленский А. В., Рыбакова П. Д. Проблема совместимости различных суплементов в спорте // Клиническое питание и метаболизм. – 2022. – Т. 3, № 2. – С. 105–111.
5. A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus / M. Minekus, M. Almgier, P. Alvito et al. // Food & function. – 2014. – Vol. 5, no. 6. – P. 1113–1124.

Оценка потенциала использования *Limnospira fusiformis* для обогащения функциональных пищевых продуктов

Аннотация. На фоне ухудшающейся экологической обстановки и изменений в питательных привычках населения наблюдается снижение иммунной защиты, которое связано с нехваткой важных нутриентов. Интересным направлением является увеличение пищевой и биологической ценности продуктов через их обогащение природными микронутриентами, что обусловлено растущим спросом на экологически чистые и здоровые продукты. В этом контексте стоит отметить *Limnospira fusiformis* – новый вид сине-зеленых водорослей, известный высоким содержанием белков, витаминов, минералов и антиоксидантов. Проведенные исследования подтверждают, что *Limnospira fusiformis* может быть эффективно использован для разработки функциональных продуктов с улучшенными качественными характеристиками.

Ключевые слова: *Limnospira fusiformis*; нутриенты; правильное питание; респонденты; функциональное питание; иммунитет.

В настоящее время актуальной проблемой является растущее снижение общего иммунитета населения, что, согласно данным Федеральной службы государственной статистики, связано как с ухудшением экологии, так и с недостаточным потреблением нутриентов (белок, макро-, микроэлементы, витамины и антиоксиданты). Одним из вариантов решения проблемы является повышение пищевой и биологической ценности продуктов питания фортификацией нативными микронутриентами, содержащимися в биообъекте *Limnospira fusiformis*.

Цианобактерия *Limnospira fusiformis*, является достаточно известным видом нитчатых сине-зеленых водорослей, обладающим множеством полезных свойств для здоровья. Преимуществом данного вида является большое количество белка, витаминов, минералов и антиоксидантов, и поэтому имеет потенциал использоваться в качестве добавки к пище и/или ингредиентом в функциональном пищевом продукте. А благодаря уникальным параметрам культивирования, не свойственным ранее известным штаммам, она является более рентабельной в сравнении с *Spirulina subsalsa* и *Arthrospira platensis*.

Целью данного исследования является оценка перспектив использования цианобактерии *Limnospira fusiformis* для создания функциональных продуктов питания, направленных на повышение иммунитета населения, а также анализ отношения потребителей к таким продуктам.

Limnospira fusiformis, является новым видом нитчатых сине-зеленых водорослей, обладающим множеством полезных свойств для здоровья. Она богат белком, витаминами, минералами и антиоксидантами,

и поэтому имеет потенциал использоваться в качестве добавки к пище и функционального пищевого продукта. А благодаря уникальным параметрам культивирования, не свойственным ранее известным штаммов, она является более рентабельной в сравнении с *Spirulina subsalsa* и *Arthrospira platensis*.

Продукты с добавлением *Limnospira fusiformis* разрабатываются в ОмГТУ на кафедре БТОПиТ (рис. 1–4) [1; 2; 3].

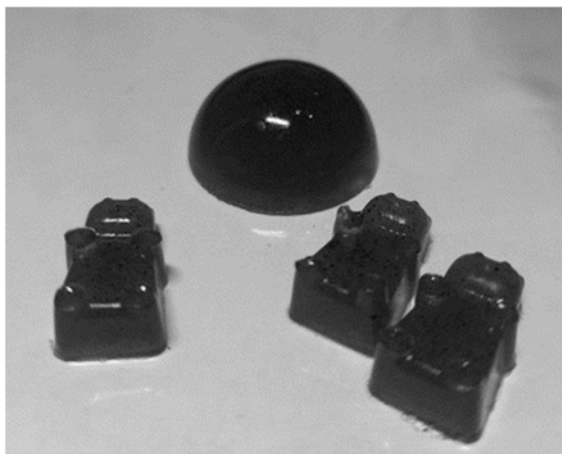


Рис. 1. Мармелад с внесением в рецептуру цианобактерии *Limnospira fusiformis*



Рис. 2. Пастила с внесением в рецептуру цианобактерии *Limnospira fusiformis*

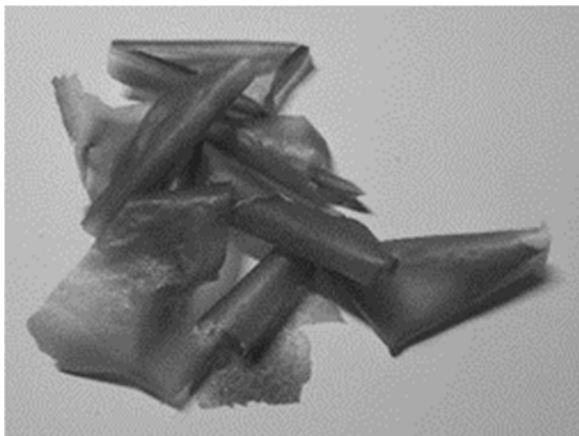


Рис. 3. Хрустящий снек с внесением в рецептуру цианобактерии *Limnospira fusiformis*



Рис. 4. Маршмеллоу с внесением в рецептуру цианобактерии *Limnospira fusiformis*

Для анализа востребованности продукта и готовности населения к употреблению продуктов с цианобактерией был проведен опрос, а также произведен анализ качественные показатели функциональных продуктов содержащие возобновляемый биообъект *Limnospira fusiformis* с аналогичными без него.

Для анализа востребованности продукта и готовности населения к употреблению продуктов с цианобактерией был проведен опрос,

а также произведен анализ качественные показатели функциональных продуктов содержащие возобновляемый биообъект *Limnospira fusiformis* с аналогичными без него (см. таблицу). В качестве контроля были использованы традиционные виды выбранных продуктов питания, в качестве опыта – выработаны продукты с внесением в рецептуру сухого порошка *L. Fusiformis*.

**Сравнение качественных показателей
спирулиносодержащих продуктов и аналогов, мг/100 г**

Продукт		Исследуемые показатели					
		B ₁	B ₂	C	E	Fe	Белок
Пастила	Опыт	0,13	0,28	1,2	1,31	97,00	65 000
	Контроль	0,04	0,06	6,3	0,06	0,17	1 000
Маршмел-лоу	Опыт	0,13	0,28	1,2	1,31	97,00	65 000
	Контроль	—	—	—	—	—	3 000
Хрустящий снэк	Опыт	0,13	0,28	1,2	1,31	97,00	65 000
	Контроль	0,20	0,40	21,6	10,40	1,28	7 100
Мармелад	Опыт	0,13	0,28	1,2	1,31	97,00	65 000
	Контроль	—	—	0,9	—	0,20	150

Из таблицы видно, что продукты с *Limnospira fusiformis* превосходят по питательной ценности по сравнению с аналогами, представленными в розничной торговле. В связи с относительно недавним внедрением спирулины в состав пищевых продуктов, предназначенных для российских потребителей, представляется необходимым оценить степень готовности и восприятия населением функциональных продуктов, обогащенных этим микробиологическим компонентом.

По данным проведенного исследования, можно отметить превосходство опытных образцов с внесением цианобактерии в рецептуру из готовленного пищевого продукта. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение востребованности населения к выбору продуктов с повышенным количеством полезных веществ. При первоначальных исследованиях установлено, что использование компонента *Limnospira fusiformis* вызывает неоднозначную реакцию у потребителей: примерно 50 % респондентов сомневаются в целесообразности его применения, в то время как оставшаяся половина поддерживает идею включения этого компонента в функциональные продукты.

Проведенное исследование подтвердило высокую перспективность (потенциал) использования цианобактерии *Limnospira fusiformis* в качестве натурального источника нутриентов для разработки функциональных пищевых продуктов, направленных на повышение иммунитета населения. Анализ потребительского восприятия выявил значи-

тельный интерес к таким продуктам, несмотря на существующие сомнения и необходимость дальнейшей информационной работы для повышения информированности о микроводорослях и необходимости сбалансированного питания. Внедрение цианобактерии *Limnospira fusiformis* в пищевую промышленность может стать эффективным стратегическим направлением для повышения уровня нутриционной поддержки населения и укрепления его здоровья.

Библиографический список

1. Полякова А. Н. Разработка технологии снеков с добавлением биообъекта *Limnospira fusiformis* при использовании различных структурообразователей // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 24 апреля 2024 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ, 2024. – С. 118–123.
2. Полякова А. Н., Молибога Е. А. Определение вкусовых предпочтений респондентов для рецептуры хрустящего снека на основе возобновляемого биообъекта *Limnospira fusiformis* // Пищевые инновации и биотехнологии: сб. тез. XII Всерос. (нац.) науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (Кемерово, 16 мая 2024 г.). – Кемерово: КемГУ, 2024. – С. 253–255.
3. Полякова А. Н., Молибога Е. А. Разработка технологии маршмеллоу с функциональными компонентами // ИТ. Наука. Креатив: материалы I Международ. форума: в 5 т. (Омск, 14–16 мая 2024 г.). – М.: Издательско-книготорговый центр «Колос-С», 2024. – Т. 4. – С. 108–112.

Научный руководитель: Е. А. Молибога,
доктор технических наук, доцент

Секция 4. Качество и безопасность сырья и продуктов питания

А. В. Вяткин, А. А. Стукалова, А. В. Крюков

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Исследование органолептических и потребительских характеристик ферментированных напитков

Аннотация. В статье представлены результаты исследования органолептических и потребительских характеристик 6 ферментированных безалкогольных напитков *Hill Kombucha* торговой розничной сети. Составлены профилограммы органолептических показателей, наглядно демонстрирующие уникальность и разнообразие вкусо-ароматических показателей. Содержание редуцирующих сахаров находится в диапазоне $(3,61 \pm 0,04) - (1,67 \pm 0,04) \%$; значение кислотности – в диапазоне $(3,01 \pm 0,33) - (6,08 \pm 0,17) ^\circ\text{T}$. Дана рекомендация по включению данной категории напитков в рацион с целью формирования вкусового разнообразия и повышения функционального и физиологического значения.

Ключевые слова: ферментированные напитки; потребительские свойства; чайный гриб; комбуча.

Снижение содержания биологически активных веществ в продуктах питания, входящих в рацион человека, обусловленное совокупностью различных факторов, таких как применение интенсивных технологий и высокотемпературных режимов на различных этапах производства, а также выращивание растительного сырья на обедненных почвах, обуславливает перспективу развития ферментированных напитков с целью расширения ассортимента и повышения качества данной категории безалкогольных напитков [5]. Результатом ферментации ингредиентов безалкогольных напитков плодово-ягодного и растительного происхождения является приобретение уникальных органолептических характеристик, включая вкус, текстуру и внешний вид, а также увеличение функционального и физиологического эффекта от потребления, включая противомикробные, антиоксидантные и антиканцерогенные свойства, а также улучшений функций печени, иммунной системы и желудочно-кишечного тракта [4].

Особую популярность и значение в настоящее время приобретает такой ферментированный безалкогольный напиток, как комбуча – представляющий собой кисло-сладкий напиток, получаемый в резуль-

тате ферментации чайной или альтернативной основы с использованием любых источников сахаров, обеспечивающих протекание процесса, а также различных штаммов симбиотической культуры уксуснокислых бактерий и дрожжей (*SCOBY*) [2; 3]. Вариативность всех используемых в производстве ингредиентов позволяет получать уникальные по своим полезным и потребительским свойствам безалкогольные напитки [1].

Целью работы являлось исследование содержания редуцирующих сахаров, кислотности, а также органолептических характеристик 6 образцов комбучи «*Hill Kombucha*» г. Санкт-Петербург, широко представленных на потребительском рынке: «*Green*» на основе зеленого чая, «*Mint*» на основе мяты, «*Ivan Chai*» на основе иван-чая, «*Rose*» на основе зеленого чая, гибискуса и мяты, «*Lavender & Vanilla*» на основе зеленого чая, лаванды и ванилина, «*Sagaan Dailya*» на основе черного чая, чабреца и саган-дайля.

В работе использовались общеизвестные методы: определение массовой доли сахаров цианидным (титриметрическим) методом, основанном на способности редуцирующих сахаров восстанавливать в щелочном растворе гексацианоферрат (III) калия в гексацианоферрат (II) калия; определение общей (титруемой) кислотности осуществляли методом титрования.

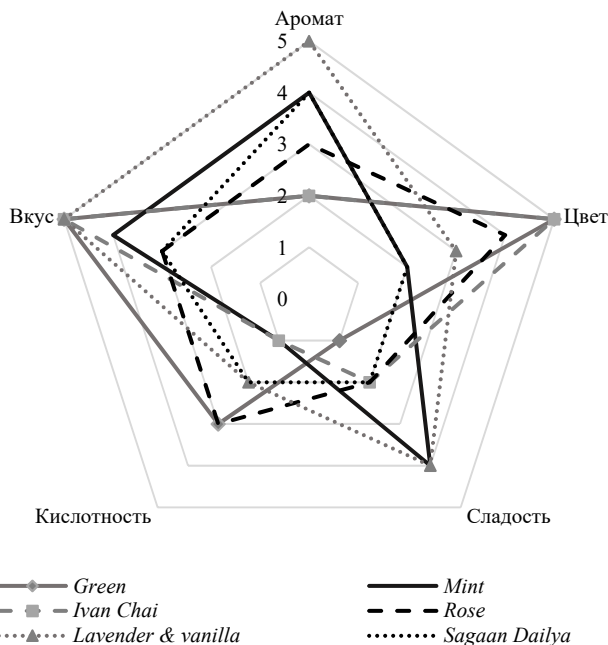
Согласно результатам исследования образцов комбучи, представленным в таблице, содержание редуцирующих сахаров находится в диапазоне $(3,61 \pm 0,04) - (1,67 \pm 0,04)$ % (наибольшее значение у образца «*Sagaan Dailya*», наименьшее у образца «*Green*» *Hill Kombucha*), при этом значение кислотности находится в диапазоне $(3,01 \pm 0,33) - (6,08 \pm 0,17)$ °Т (наибольшее значение у образца «*Sagaan Dailya*», наименьшее у образца «*Ivan Chai*» *Hill Kombucha*).

Результаты исследования содержания редуцирующих сахаров и кислотности в исследуемых образцах комбучи

Наименование	Редуцирующие сахара, %	Кислотность, °Т
« <i>Green</i> » <i>Hill Kombucha</i>	$1,67 \pm 0,04$	$5,17 \pm 0,18$
« <i>Mint</i> » <i>Hill Kombucha</i>	$2,15 \pm 0,04$	$3,42 \pm 0,17$
« <i>Ivan Chai</i> » <i>Hill Kombucha</i>	$2,61 \pm 0,07$	$3,01 \pm 0,33$
« <i>Rose</i> » <i>Hill Kombucha</i>	$4,18 \pm 0,07$	$4,12 \pm 0,34$
« <i>Lavender & Vanilla</i> » <i>Hill Kombucha</i>	$2,79 \pm 0,06$	$4,12 \pm 0,26$
« <i>Sagaan Dailya</i> » <i>Hill Kombucha</i>	$3,61 \pm 0,04$	$6,08 \pm 0,17$

В рамках данной работы также был проведен анализ органолептических показателей исследуемых образцов ферментированных безалко-

гольных напитков на основании которого были составлены соответствующие профилограммы напитков, представленные на рисунке. Так, наивысший средний балл по всем показателям наблюдается у образца «*Lavender & Vanilla*» – 3,8 балла; наименьший – у образца «*Sagaan Dai-lya*» – 2,4 балла.



Профилограмма органолептических показателей напитков *Hill Kombucha*

В результате проведенных исследований органолептических показателей 6 образцов ферментированных безалкогольных напитков *Hill Kombucha* торговой розничной сети были составлены их профилограммы органолептических показателей, наглядно демонстрирующих уникальность и разнообразие вкусо-ароматических показателей, что в свою очередь позволяет удовлетворить разнообразные запросы и обеспечивает популярность напитка у потребителей. При этом, содержание редуцирующих сахаров находится в диапазоне $(3,61 \pm 0,04) - (1,67 \pm 0,04) \%$; значение кислотности находится в диапазоне $(3,01 \pm 0,33) - (6,08 \pm 0,17) ^\circ\text{T}$.

Таким образом, по совокупности значений исследуемых показателей, ферментированные безалкогольные напитки *Hill Kombucha* могут

быть рекомендованы для включения в рацион, как с целью формирования вкусового разнообразия, так и повышения функционального и физиологического значения.

Библиографический список

1. *Применение* чайного гриба в рецептуре безалкогольного напитка / О. Ю. Калужина, А. Д. Заграничная, Е. Н. Черненко и др. // Российский электронный научный журнал. – 2022. – № 3 (45). – С. 27–41.
2. *Степанова А. А., Асякина Л. К., Козлова О. В.* Традиционные ферментированные напитки // Пищевые инновации и биотехнологии: сб. тез. VIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т. (Кемерово, 25–27 мая 2020 г.). – Кемерово: КемГУ, 2020. – Т. 1. – С. 268–269.
3. *Технологические* особенности производства ферментированных напитков с использованием чайного гриба / В. М. Воробьева, И. С. Воробьева, В. А. Саркисян и др. // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91, № 4. – С. 115–120.
4. *Ферментированные* напитки: источники их получения и видовой состав микробных сообществ (обзор) / А. А. Степанова, Л. К. Асякина, Т. А. Ларичев, Е. В. Остапова // АПК России. – 2023. – Т. 30, № 5. – С. 703–711.
5. *Фролова Ю. В.* Российский рынок ферментированных напитков на основе чайного гриба // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91, № 3. – С. 115–118.

С. А. Леонтьева

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Специи как консервирующая добавка к пищевым продуктам

Аннотация. Многие специи и травы оказывают антимикробное действие на патогены растений и человека. Активные соединения антимикробных препаратов действуют по-разному, останавливая рост микроорганизмов. Для подавления их роста в пище необходимо высокое содержание специй и трав. Были изучены основные виды специй, используемые в качестве консервантов. Специи и травы приобретают в последние годы все большее значение как потенциальные источники натуральных пищевых консервантов из-за растущего интереса к разработке таких консервантов с точки зрения безопасности и эффективности.

Ключевые слова: специи; консервирующая добавка; продукты; антимикробное действие.

Количество фенольных соединений играет важную роль в их антимикробном действии, но оно также зависит от широкого спектра внутренних и внешних факторов, которые должны быть охарактеризованы перед использованием трав и специй в качестве ингредиентов. Этот факт приводит к необходимости высокой концентрации этих раститель-

ных экстрактов для подавления роста микроорганизмов в пищевых продуктах, вызывающих отрицательные органолептические эффекты и ограничивающих их использование.

Пряности и специи – это продукты растительного происхождения, обладающие специфическими ароматом и вкусом, используемые в качестве пищевых добавок с целью улучшения вкуса еды. Они могут использоваться в свежем, сушеном и консервированном виде [3].

Специи играли важную роль в истории человечества, не только как ароматизаторы и усилители вкуса, но и как консерванты [5].

Основные виды специй, используемых в качестве консервантов:

- соль один из самых распространенных консервантов. Она препятствует размножению микроорганизмов, которые могут вызвать порчу продуктов;

- сахар также используется как консервант. Он создает неблагоприятные условия для роста микроорганизмов, изменяя осмотическое давление и pH среды;

- уксус содержит органические кислоты, которые изменяют pH среды и подавляют рост микроорганизмов;

- горчица содержит вещества, которые могут оказывать антимикробное действие. Богата фитонутриентами, растительными стеролами, антиоксидантами и жирными кислотами;

- лук содержит активные вещества, которые могут подавлять рост микроорганизмов. Содержит флавоноиды и эфирные масла;

- корица содержит активные вещества, которые могут подавлять рост микроорганизмов. Множество эфирных масел, в том числе эвгенол (антисептические свойства), дубильные вещества и антиоксиданты;

- гвоздика - обладает антимикробными свойствами и может использоваться как консервант. Богата эфирными маслами и дубильными веществами [4];

- имбирь содержит активные вещества, которые могут препятствовать росту микроорганизмов. Содержит эфирные масла [1];

- мускатный орех используется в сладких консервах и напитках. Может использоваться как консервант благодаря своим антимикробным свойствам. Содержит множество эфирных масел и антиоксидантов [3];

- черный перец может использоваться как консервант благодаря своим антимикробным свойствам. Богат эфирными маслами алкалоидами (в частности, пиперин);

- ваниль не является консервантом в прямом смысле, но может использоваться для предотвращения окисления и изменения вкуса продуктов;

— чеснок обладает антимикробными свойствами и может использоваться для консервирования. Содержит фитонциды и эфирные масла.

Специи, которые используются в качестве консервантов, содержат в себе активные вещества, такие как эфирные масла, органические кислоты, дубильные вещества и другие [2]. Эти вещества могут оказывать антимикробное действие, подавляя рост и размножение микроорганизмов, которые могут вызывать порчу пищевых продуктов.

Механизм действия специй как консервантов может быть различным. Например, некоторые специи, такие как соль и сахар, создают неблагоприятные условия для роста микроорганизмов, изменяя осмотическое давление и pH среды. Другие специи, такие как уксус, содержат органические кислоты, которые также могут изменять pH среды и подавлять рост микроорганизмов.

Кроме того, специи могут влиять на активность ферментов, которые участвуют в процессах порчи пищевых продуктов. Например, специи, содержащие дубильные вещества, могут связываться с белками и другими ферментами, ингибируя их активность. Это также может замедлять процессы порчи пищевых продуктов [8].

Важно отметить, что специи не являются универсальными консервантами и могут иметь различную эффективность в зависимости от вида продукта и условий хранения. Поэтому при использовании специй в качестве консервантов необходимо учитывать их свойства и особенности продукта [6].

Можно выделить преимущества и недостатки использования специй как консервантов.

К преимуществам можно отнести ряд фактов. Специи могут быть более доступными и дешевыми по сравнению с синтетическими консервантами. Они могут придавать продуктам особый вкус и аромат, делая их более привлекательными для потребителей. Многие специи обладают антиоксидантными свойствами, что может замедлять процессы окисления и порчи продуктов. Использование специй в качестве консервантов может быть более безопасным для здоровья человека, чем применение синтетических консервантов.

Также не стоит забывать про недостатки. Эффективность специй как консервантов может варьироваться в зависимости от вида продукта и условий хранения. Некоторые специи могут вызывать аллергические реакции у некоторых людей. В больших количествах специи могут изменять вкус и аромат продуктов, делая их менее привлекательными для потребителей. В некоторых случаях использование специй в качестве консервантов может привести к нежелательным изменениям в структуре и свойствах продуктов [7].

При использовании специй в качестве консервантов следует предварительно изучить их характеристики. Выбор специй и их дозировки должен быть основан на свойствах продукта, условиях хранения и требованиях к качеству.

Была рассмотрена антимикробная активность пряностей и специй, однако есть некоторые аспекты, которые имеют решающее значение для их использования в пищевых продуктах: концентрации фитохимических веществ в растениях могут варьироваться в зависимости от географических, сезонных и технологических факторов и иногда слишком низкое содержание, неблагоприятно воздействует на сенсорные характеристики пищевых продуктов. Поэтому важно учитывать органолептические эффекты и оценивать, может ли использование больших количеств этих натуральных консервантов изменить вкус пищи. Кроме того, могут быть взаимодействия с пищевыми ингредиентами, которые влияют на антимикробную эффективность. Когда речь идет о растущем спросе потребителей на натуральные пищевые добавки / консерванты, антимикробные агенты пряностей и специй могут быть хорошей альтернативой, но цель должна заключаться в объединении ряда процессов и низкой концентрации консервантов, по отдельности или в сочетании с другими растительными экстрактами или натуральными антимикробными веществами, чтобы получить безопасный и качественный пищевой продукт.

Библиографический список

1. Данилова Е. А., Осинская Н. С., Курбанов Б. И. Исследование содержания химических элементов в пряных травах и специях Узбекистана // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2021. – № 11. – С. 47–53.
2. Елисеева Т. Гвоздика – доказанная наукой польза специи для организма // Журнал здорового питания и диетологии. – 2022. – № 19. – С. 76–80.
3. Лесовская М. И., Кабак Н. Л., Игошин А. С. Сравнение антиоксидантной активности экзотических специй и местных пряных трав // The Scientific Heritage. – 2021. – № 81-2. – С. 24–27.
4. Тошбоев Б. Э. Некоторые вопросы об истории развития торговли специй и пряностей // Magyar Tudományok Journal. – 2020. – № 39. – С. 67–69.
5. *Antioxidant, antimicrobial and DNA damage protecting potential of hot taste spices: a comparative approach to validate their utilization as functional foods* / E. Bhattacharya, U. Pal, R. Dutta et al. // Journal of Food Science and Technology. – 2022. – Vol. 59 (3). – P. 1173–1184.
6. *Key issues and challenges in spice grinding* / P. P. Aradwad, T. V. Arun Kumar, P. K. Sahoo, I. Mani // Cleaner Engineering and Technology. – 2021. – Vol. 5. – Art. 100347.

7. *Mycotoxin contamination in food: An exposition on spices* / M. P. Thanushree, D. Sailendri, K. S. Yoha et al. // *Trends in Food Science & Technology*. – 2019. – Vol. 93. – P. 69–80.

8. *Sethi S., Gupta S. Chapter 35 – Antimicrobial Spices: Use in Antimicrobial Packaging* // *Antimicrobial Food Packaging*. – Amsterdam: Academic Press, 2016. – P. 433–444.

О. В. Шкабров¹, В. Д. Резниченко², И. И. Андреева²

¹ Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь,
г. Минск, Республика Беларусь;

² Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
г. Могилев, Республика Беларусь

Использование спектрофотометрии для анализа автолитических изменений мяса

Аннотация. В статье рассмотрена возможность и перспективность применения спектрофотометрического метода для анализа автолитических изменений в мясе в процессе хранения. Исследованы спектральные характеристики водо-солевых экстрактов мышечной ткани свинины, проведен анализ динамики изменения коэффициентов экстинкции и относительной площади пиков поглощения при длинах волн λ_{415} , λ_{525} , λ_{542} , λ_{555} и λ_{582} нм. Показано, что спектрофотометрический анализ позволяет оценить глубину биохимических процессов, происходящих в мясе в процессе хранения. Установлена корреляция между спектрофотометрическими характеристиками, гистоструктурными изменениями и фракционным составом белков, что подтверждает перспективность использования спектрофотометрии для контроля качества мясного сырья.

Ключевые слова: спектрофотометрия; автолиз мяса; цветометрические характеристики; фракционный состав белков; микроструктура мяса.

Цвет мяса является неотъемлемым показателем его качества и свежести, что оказывает значительное влияние на выбор потребителя. В процессе хранения мяса происходят автолитические изменения, связанные с биохимическими процессами, такими как распад белков, изменение pH и микроструктуры мышечной ткани. Эти изменения могут приводить к обратимым и необратимым изменениям цвета, текстуры и вкусовых свойств мяса.

Оптические свойства и цвет мяса во многом зависят от его pH [3], химического состояния и аминокислотной последовательности хромопротеидов [5; 8], окислительно-восстановительных процессов и взаимодействий между мышечными пигментами [1; 7].

Оптические свойства мяса и мясопродуктов также обусловлены сложностью их микроструктуры и физико-химических свойств. Погло-

щение и рассеивание света определяются четырьмя основными процессами: резонансным поглощением излучения молекулами сухого вещества, а также молекулами структурной и связанной влаги; рассеиванием излучения, обусловленным флуктуациями плотности вещества, а также рассеиванием на молекулах белков, полисахаридов и т.д., ионах; рассеиванием излучения на взвешенных коллоидных частицах, клетках, частицах пигментов и на оптических неоднородностях, капиллярах, порах и пр. [4; 9].

Содержание хромопротеидов в мясе и его оптические характеристики зависят от многих факторов, например, вида животного, его генетических особенностей, рациона питания, послеубойных изменений в мышцах, холодильной обработки, длительности хранения, способов упаковки, и др. [10].

Таким образом, цвет мяса определяется сложным взаимодействием между хромопротеинами и физическими процессами поглощения и рассеяния света белковыми и небелковыми структурами мышечной ткани. Для объективной оценки цвета и других качественных характеристик мяса используются различные инструментальные методы, среди которых особое место занимает спектрофотометрия.

Спектрофотометрия представляет собой один из наиболее перспективных методов анализа оптических свойств мяса, позволяющих оценить изменения его цвета и спектральных характеристик в процессе хранения. Данный метод основан на измерении поглощения света различными компонентами мяса, что косвенно позволяет судить о степени автолиза и других биохимических процессах [8].

Целью данной работы является изучение возможностей применения спектрофотометрического анализа для оценки автолитических изменений в мясе и установление корреляции между спектральными характеристиками, изменениями фракционного состава белков и гистоструктуры мышечной ткани.

В качестве объекта исследования использовали образцы длиннейшей мышцы спины свинины (*Sus scrofa m. longissimus dorsi*), хранившиеся четверо суток при температуре 0–4 °С. Водно-солевые экстракты мышечной ткани готовили путем экстракции измельченного мяса 5 % раствором хлорида калия в соотношении 1:5 с последующей фильтрацией. Для анализа цветовых и спектральных характеристик мяса применяли спектрофотометр ПЭ-5400ВИ в видимом диапазоне длин волн 340–830 нм.

Для анализа фракционного состава белков использовался метод одномерного электрофореза в 12,5 % полиакриламидном геле. Гистологическое исследование проводилось в соответствии с ГОСТ Р 31479 и ГОСТ 19496. Величина pH определялась прямым потенциометрическим методом с использованием pH-метра HI98163.

В процессе хранения охлажденного мяса наблюдались значительные изменения цветовых характеристик водно-солевых экстрактов мышечной ткани. В первые сутки хранения величина светлоты (L^*) составила 98,29 ед., однако на вторые сутки она уменьшилась на 1,86 ед., что свидетельствовало о развитии автолитических процессов. Дальнейшее хранение сопровождалось монотонным увеличением светлоты до первоначальных значений. Величины a^* и b^* , характеризующие цветовые переходы, также изменились, что, по-видимому, было связано с окислением миоглобина и другими биохимическими процессами.

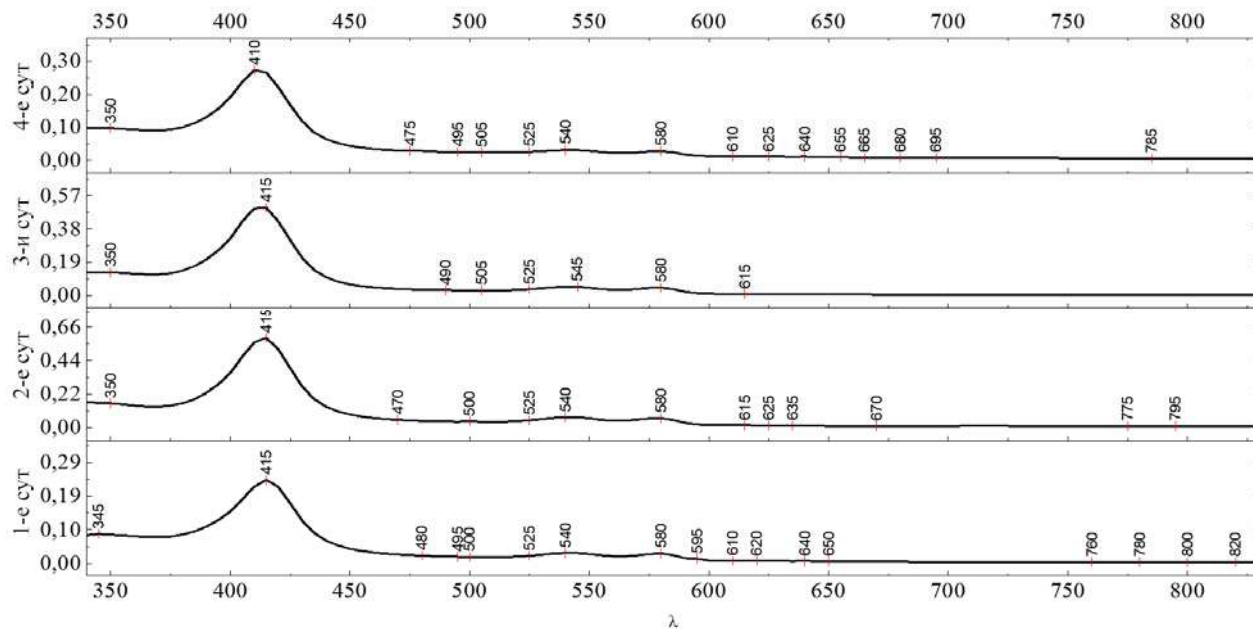
Подобные изменения цветометрических характеристик можно объяснить влиянием послеубойных изменений в мясе. Так, в первые сутки хранения охлажденного мяса происходит его посмертное окоченение, сопровождающееся характерными изменениями гистоструктуры тканей и фракционного состава белков [2]. При разрешении посмертного окоченения и последующим хранении мяса также изменялись и его цветометрические характеристики.

В спектрах поглощения KCl-экстрактов выявили несколько характерных полос, связанных с биомолекулами, участвующими в формировании цвета (см. рисунок). Среди наиболее значимых были выделены пики при λ_{415} (цитохромы), λ_{525} и $\lambda_{540-580}$ (миоглобин и его различные формы окислительно-восстановительные формы).

Наиболее интенсивная полоса поглощения в области $\lambda_{400-430}$ нм, обусловленная присутствием цитохромов и мукополисахаридов, демонстрировала гипсохромный сдвиг полосы поглощения на 5 нм и значительный гиперхромный эффект, о чем свидетельствовало увеличение высоты пика на 29,8 % на третьи сутки и 57,6 % на четвертые, что могло быть связано с протекающими биохимическими процессами в мясе. На полосе поглощения λ_{415} также наблюдали смещение хвоста пика в длинноволновую область.

При развитии посмертного окоченения мяса на мажорных полосах $\lambda_{350-355}$ и $\lambda_{410-415}$ к третьим суткам было отмечено увеличение их относительной площади на 69,8 и 28,6 % от первоначальных значений. При этом, несмотря на изменение площади пика $\lambda_{350-355}$ и гипсохромный сдвиг, его «центр масс» или центр масс практически не смещался по спектру.

Гистологические исследования показали, что в первые сутки хранения происходило посмертное окоченение мышечных волокон, сопровождающееся деформационными изменениями и усилением продольной исчерченности. На вторые сутки наблюдалось начало разрешения окоченения, которое, как было указано, сопровождалось увеличением насыщенности цвета экстрактов. К третьим суткам стали очевидны признаки начала созревания мяса, такие как фрагментация волокон и разрыхление соединительнотканых элементов.



Спектры поглощения экстрактов мышечной ткани

Анализ фракционного состава белков выявил изменения относительного содержания высоко- и низкомолекулярных белковых фракций. Увеличение количества низкомолекулярных белков указывало на протеолитическое разрушение белковых структур, в то же время изменение интенсивности окраски белковых зон с молекулярной массой 205–213 кДа коррелировали с динамикой цветовых характеристик, что подтверждало участие указанной белковой фракции в формировании цвета мяса.

Динамика изменения чистоты цвета, насыщенности, цветового тона, а также, величин a^* и b^* имела сильную корреляцию с изменениями относительного содержания фракций белков с молекулярной массой в области 205–213, 82–85, 56–58, 40–42 и ниже 27 кДа, что могло свидетельствовать об участии в цветовых переходах эндоферментов, цитохромов, миоглобина и тропонина. Таким образом, изменение цветометрических характеристик a^* и b^* указывало на трансформацию хромопротеидов и некоторых других белков, что подтвердили результаты денситометрического анализа белков [6].

При хранении охлажденного мяса выявлена корреляционная зависимость между светлотой (L^*) с одной стороны, гистоструктурными изменениями и фракционным составом белков с другой (R равен 0,81 и 0,98 соответственно). Было установлено, что изменение относительного содержания белков с молекулярной массой 205–213, 82–85, 56–58, 40–42 и ниже 27 кДа, приводило к изменению светлоты (L^*). Таким образом, на цветометрические характеристики водно-солевых экстрактов мышечной ткани оказывает влияние целый ряд факторов: изменение фракционного состава белков, гистоструктура мышечной ткани, pH.

По результатам исследования установлено, что спектрофотометрический анализ является перспективным методом для оценки автолитических изменений в мясе. Проведенными исследованиями установлена корреляция между спектральными характеристиками, фракционным составом белков и гистоструктурными изменениями, что позволило использовать данный метод для контроля безопасности и качества мясного сырья.

Библиографический список

1. Мурашев С. В., Большакова О. С. Влияние металл-лигандного взаимодействия в гемовой группе на цвет форм миоглобина // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2014. – № 3. – С. 152–163.
2. Ding Z., Wei Q., Liu C. The Quality Changes and Proteomic Analysis of Cattle Muscle Postmortem during Rigor Mortis // Foods. – 2022. – Vol. 11 (2). – Art. 217.

3. *Jankowiak H., Cebulska A., Bocian M.* The relationship between acidification (pH) and meat quality traits of Polish white breed pigs // *European Food Research and Technology* – 2021. – Vol. 247. – P. 2813–2820.
4. *Meat quality evaluation by hyperspectral imaging technique: An overview / G. Elmasry, D. F. Barbin, D.-W. Sun, P. Allen* // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2012. – Vol. 52 (8). – P. 689–711.
5. *Myoglobin content and oxidative status to understand meat products color: Phenomenological based model / A. Pujol, J. C. Ospina-E, H. Alvarez, D. A. Muñoz* // *Journal of Food Engineering*. – 2023. – Vol. 348. – Art. 11439.
6. *Optical-spectroscopic analysis of colorimetric changes in meat during its storage / A. U. Shkabrou, I. M. Chernukha, V. D. Raznichenka, L. U. Lazovikava* // *Theory and Practice of Meat Processing*. – 2023. – Vol. 8 (2). – P. 152–161.
7. *Suman S. P., Joseph P.* Myoglobin chemistry and meat color // *Annual Review of Food Science and Technology*. – 2014. – Vol. 4. – P. 79–99.
8. *Suman S. P., Poulson P.* Chemical and physical characteristics of meat color and pigment // *Encyclopedia of Meat Sciences*. – Amsterdam: Academic Press, 2014. – P. 244–251.
9. *Swatland H. J.* Optical properties of meat // *American Meat Science Association: proceedings of the 65th Reciprocal Meat Conference* (Fargo, June 17–20, 2012). – Fargo: NDSU, 2012. – P. 1–7.
10. *Variations in meat colour due to factors other than myoglobin chemistry; a synthesis of recent findings (invited review) / P. P. Purslow, R. D. Warner, F. M. Clarke, J. M. Hughes* // *Meat Science*. – 2020. – Vol. 159. – Art. 107941.

С. И. Фурсова

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь

Изучение хранимospособности функционального продукта на основе ретентата вторичного молочного сыpья

Аннотация. В статье представлен литературный обзор по теме применения пробиотиков при производстве функциональных молочных и кисломолочных продуктов, в особенности йогуртов. Приведены результаты серии экспериментов по теме изучения хранимospособности функционального продукта на основе ретентата вторичного молочного сыpья, а также результаты экспериментов по выживаемости пробиотических заквасочных культур *Lactobacillus acidophilus* в этом продукте.

Ключевые слова: ретентат; пробиотики; функциональные продукты; ацидофильная палочка.

Введение

Концепция традиционных пробиотиков, основанная на узком спектре микроорганизмов, появилась в результате наблюдения за ежедневным потреблением кисломолочных продуктов, содержащих пробиоти-

ческие молочнокислые бактерии (МКБ), которые оказывают благоприятное воздействие на здоровье не только человека, но и животных. В связи с этим, термин «пробиотик» стал ассоциироваться с бактериями, способствующими укреплению здоровья.

Хранимоспособность продуктов и изделий выступает значительным фактором конкурентоспособности. Для улучшения хранимоспособности применяют различные пищевые и биологически активные добавки, а также применяют ряд физических и химических методов воздействия [1]. Использование пробиотиков из вторичного молочного сырья позволит улучшить экономическую составляющую производства, а также позволит сделать шаг к безотходному производству.

Пробиотические молочнокислые бактерии в процессе ферментации вырабатывают ряд ценных пептидов, включающих в себя множество полезных для здоровья побочных продуктов гидролизатов белка, биоактивных пептидов или рибосомально синтезированных бактериоцинов, которые могут служить нутрицевтиками и биоконсервантами соответственно.

Один из ключевых аспектов действия пробиотиков – модуляция иммунной системы, выработку органических кислот, увеличение колонизационной резистентности за счет конкурентного пространства и поглощения питательных веществ, улучшение барьерной функции, производство малых молекул с системными эффектами, производство ферментов, взаимодействие с микробиотой кишечника посредством перекрестного питания и трансформации субстратов, производство антимикробных препаратов и поддержание стабильности микроорганизмов.

На данный момент молочная промышленность – крупнейший сектор пищевой промышленности, в котором используется наибольшее количество и разнообразие пробиотиков для улучшения качества продукции. В последние годы выделяются две основные тенденции добавления пробиотиков в молочные продукты:

- 1) ферментация молочных продуктов с использованием только отобранных пробиотиков или традиционных штаммов в сочетании с пробиотиками;

- 2) включение пробиотических штаммов в пищевые матрицы [3].

Поскольку йогурт является продуктом для добавления функциональных ингредиентов, такие как пробиотики, существует большой интерес к производству пробиотических йогуртов с различными штаммами полезных микроорганизмов, которые либо используются для ферментации, либо как полезные добавки [2]. В качестве примера известно, что производство йогурта с использованием *Lb. plantarum* отдельно или

в сочетании с *Lb. casei* привело к значительно более высокому содержанию кальция, фосфора, белка и золы при низком содержании синерезиса по сравнению со стандартным йогуртом [4].

Пробиотики делятся на традиционные (на основе МКБ), пробиотики без МКБ и пробиотики нового поколения. МКБ – гетерогенное семейство микроорганизмов, чаще всего анаэробных, грамположительных, кислотоустойчивых и не спорообразующих.

Несмотря на то, что пробиотики являются естественными компонентами многих продуктов молочной ферментации, например, йогурта, кисломолочных напитков, сыра, кефира, кумыса, сметаны и пахты, большинство из них не содержат четко определенных пробиотических штаммов. Пробиотики могут использоваться как отдельно, так и в сочетании с традиционными заквасочными культурами [3].

Объекты и методы исследований

В качестве сырья было использовано:

- НФ-ретентат (АО «Молочный комбинат "Ставропольский"»);
- молоко коровье, стерилизованное, с массовой долей жира 1,5 % (торговая марка «МКС»).

В качестве объектов исследования использовались образцы, сквашенные следующими заквасками:

- бактериальная закваска для ферментированных молочных продуктов *Lb. acidophilus* БК-Углич-АВ (Россия);
- бактериальная закваска *HOWARU Rhamnosus (Lb. rhamnosus)* (Дания).

В качестве пребиотической добавки использовался сироп лактулозы «Лактулоза Сироплак» (Алмаксфарм, Россия), содержание сиропа 667 мг/мл.

В качестве сахарозаменителя для улучшения вкуса использовались таблетки стевии (БиоСлимика, Россия).

Результаты и их обсуждения

Опытный образец содержит сироп лактулозы в качестве пребиотической добавки, в контрольный образец лактулоза не вносилась. На основании результатов предварительных экспериментов на начальном этапе исследования были выбраны следующие параметры:

- 1) температура (37 ± 1) °C;
- 2) оптимальное время сквашивания 8 ч;
- 3) добавление пребиотика лактулозы в количестве 1 % от объема образца.

Перед началом эксперимента полученный ретентат был пастеризован при 75 °C в течение 1 мин. Лактулоза и стевия вносились в остывшее после пастеризации сырье в стерильных условиях при интенсивном помешивании.

Процесс сквашивания сопровождался фиксированием нарастания активной и титруемой кислотностей в течение всего срока холодильного хранения. В табл. 1 приведены средние значения, полученные в процессе эксперимента, а также просчитанные стандартные отклонения.

Т а б л и ц а 1

Средние значения титруемой и активной кислотностей образцов с *Lb. acidophilus*

Образец	Кислотность, °Т	pH	Кислотность, °Т	pH
	После внесения закваски		Через 8 ч	
Контроль	28,33±0,57	6,61±0,10	180,33±0,58	4,17±0,04
<i>Lb. acidophilus</i>	28,83±0,29	6,75±0,03	170,00±10,00	4,43±0,27
	Через 14 сут		Через 28 сут	
Контроль	183,33±5,77	3,94±0,03	216,67±11,54	3,61±0,07
<i>Lb. acidophilus</i>	182,33±2,52	4,02±0,07	208,33±2,89	3,77±0,05

Представленные в табл. 1 данные показывают, что добавление сиропа лактулозы не оказывает существенного влияния на кислотности образцов после внесения закваски.

Спустя 8 ч с момента сквашивания мы видим, что в контрольном образце происходит более быстрое нарастание кислотности, чем в образце с лактулозой.

Через 14 сут холодильного хранения можно заметить практически одинаковый уровень кислотности в обоих образцах, отличие в данном промежутке времени незначительное. Через 28 сут холодильного хранения наблюдается более сильный рост кислотности в контрольном образце, не содержащим в себе сироп лактулозы.

В процессе эксперимента контролировалось количество микроорганизмов в образцах, определяемое методом наиболее вероятного числа микроорганизмов согласно ГОСТ 10444.11-2013.

В табл. 2 показаны средние значения и стандартные отклонения выживаемости молочнокислых микроорганизмов, полученные спустя 8 ч, 14 и 28 сут холодильного хранения при температуре 2–4 °С.

Т а б л и ц а 2

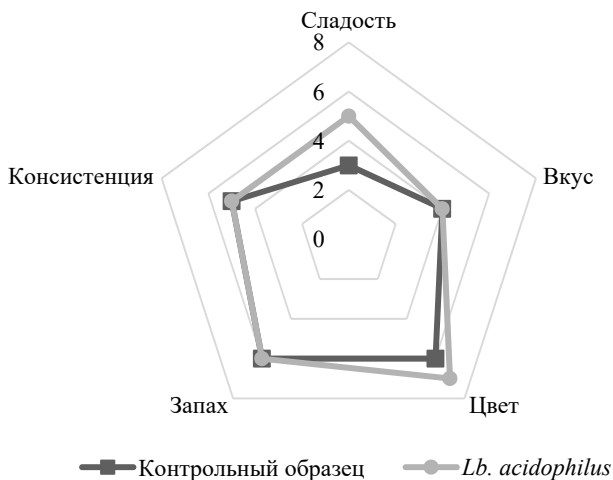
Выживаемость чистых культур *Lb. acidophilus*

Образец	Количество микроорганизмов в 1 см ³		
	Через 8 ч	Через 14 сут	Через 28 сут
Контроль	$(2,4 \pm 0,39) \cdot 10^9$	$(1,4 \pm 0,94) \cdot 10^8$	$(5,1 \pm 0,32) \cdot 10^6$
<i>Lb. acidophilus</i>	$(1,6 \pm 0,75) \cdot 10^8$	$(2,1 \pm 0,69) \cdot 10^8$	$(2,9 \pm 0,35) \cdot 10^7$

Спустя 8 ч после начала сквашивания наблюдается практически одинаковое количество молочнокислых организмов в образцах. Спустя

14 сут хранения тенденция сохраняется, количество микроорганизмов в образцах находится примерно на одинаковом уровне. Спустя 28 сут жизнеспособность микрофлоры *Lb. acidophilus* уменьшилась в обоих образцах, особенно это стало заметно в контроле. Из полученных данных можно сделать вывод, что сироп лактулозы оказывает положительное воздействие на рост и поддержания молочнокислой микрофлоры.

Спустя 28 сут хранения была проведена органолептическая оценка полученных образцов по шкале: цвет, запах, вкус, сладость и консистенции по 10-бальной системе. Результаты органолептической оценки представлены на рисунке. Оценка проводилась согласно ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011 (части 2 и 3).



Органолептическая оценка образцов спустя 28 сут хранения, балл

Как видно из диаграммы, более низкие баллы получил контрольный образец. Его показатели уступали образцу с лактулозой, особенно по сладости, цвету и вкусу. Консистенция была идентична, но в контрольном образце наблюдался синерезис большей степени.

Библиографический список

1. Увеличение хранимостпособности шоколадных конфет за счет снижения активности воды в начинках-ганашах / Н. В. Заворохина, Ш. А. Шамилов, О. В. Чугунова, А. В. Тарасов // Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 6 (207). – С. 188–197.
2. Mani-Lopez E., Palou E., Lopez-Malo A. Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria // Journal of Dairy Science. – 2014. – Vol. 97 (5). – P. 2578–2590.

3. *Probiotics in the dairy industry – Advances and opportunities* / J. Gao, X. Li, G. Zhang et al. // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2021. – Vol. 20 (4). – P. 3937–3982.

4. *Taghizadeh M. S., Javadi A., Matin A. A.* Reduction of bisphenol A by *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus plantarum* in yoghurt // *International Journal of Dairy Technology*. – 2020. – Vol. 73. – P. 737–742.

*Научный руководитель: И. А. Евдокимов,
член-корреспондент РАН,
доктор технических наук, профессор*

Т. А. Гуринова, Е. В. Гущенко, Д. И. Филипович

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
г. Могилев, Республика Беларусь*

Влияние сахаросодержащего сырья на качество заварного хлеба высокой степени готовности

Аннотация. Хлеб занимает особое место в питании и является продуктом повседневного спроса. Его используют в пищевом рационе как здорового человека, так и тех, кто нуждается в питании функционального назначения. В связи с ростом спроса на заварной ржано-пшеничный хлеб, расширением рынков потребителей и продлением сроков годности технологии шокового замораживания как готовых изделий, так и полуфабрикатов высокой степени готовности становятся все более популярными. В то же время ориентир на здоровый образ жизни требует корректировки рецептурного состава по углеводсодержащему сырью. В статье представлены исследования по анализу качества заварного хлеба высокой степени готовности в зависимости от сахаросодержащего сырья.

Ключевые слова: сахар; патока; шоковая заморозка; полуфабрикаты высокой степени готовности; крошковатость; твердость мякиша.

В настоящее время хлеб является одним из главных составляющих рациона человека, особенным спросом в Республике Беларусь и за ее пределами пользуется заварной ржано-пшеничный хлеб, благодаря своим уникальным вкусовым качествам и питательной ценности.

Был произведен анализ состава заварных ржано-пшеничных хлебобулочных изделий предприятий хлебопекарной отрасли Республики Беларусь, который показал, что в рецептуру большинства хлебобулочных изделий входят сахаросодержащие компоненты, такие как сахар белый кристаллический (в 89 % исследуемых рецептур) или сахаросодержащие продукты, такие как патока крахмальная или мальтозная в количестве от 2 до 7 %, мед сахарный янтарный – от 2 до 5 %, сироп сахарный ароматизированный – от 2 до 7 % [3]. Сахаросодержащие компоненты рецептуры

могут влиять на качество готового изделия, на процессы ферментации и активность дрожжей, что в свою очередь положительно сказывается на реологических свойствах мякиша: на объеме и пористости продукта, на упругости, влажности и эластичности [1]. Вызывает интерес влияние сахаросодержащего сырья на качество заварного ржано-пшеничного хлеба, полученного из замороженного полуфабриката высокой степени готовности. В условиях шоковой заморозки правильно подобранные сахаросодержащие ингредиенты могут минимизировать негативные последствия, связанные с образованием кристаллов льда, обеспечивая сохранение структуры и качества изделия уже после допекания.

В современном мире набирает популярность тренд на здоровое питание среди различных возрастных категорий населения и возрастает спрос на полезную и доступную пищу, а также и на поиск различных способов продления сроков годности пищевой продукции. Тенденция охватывает в том числе модернизацию хлебобулочных изделий, которые занимают значительную долю рациона питания [4; 5]. Многочисленные исследования показали, что одним из основных факторов, способствующих ожирению, является высококалорийный продукт сахар. В связи с этим наблюдаются тенденции к увеличению производства низкокалорийных продуктов, предназначенных для людей с различными заболеваниями, такими как сахарный диабет и алиментарно-обменные формы ожирения.

Наиболее популярными заменителями сахара в хлебопекарной промышленности являются некоторые дисахариды и моносахариды, а также полисахариды, такие как карамельная высокоосахаренная, мальтозная и крахмальная патоки, которые в основном входят в рецептуру ржаных и других хлебобулочных изделий.

Патока (или же декстринмальтоза, мальтодекстрин) – продукт неполного кислотного или ферментативного гидролиза крахмала¹. Широкое применение патока нашла в производстве кондитерских и хлебобулочных изделий благодаря своей способности поглощать влагу, что в свою очередь способствует увеличению срока хранения, также она придает особый вкус аромат, повышает качество теста и пористость уже готового изделия.

В сравнении с обычным сахаром, патока обладает большим количеством полезных свойств, подтверждением чего является наличие в ней множества витаминов, таких как В₃, В₆ и минералов: кальций, магний, калий, фосфор и железо, является менее калорийной (калорийность сахара составляет 374 ккал, в то время как патоки кукурузной – 296 ккал

¹ Патока // Wikipedia. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Патока> (дата обращения: 16.03.2025).

[6]), поэтому может применяться в рационе людей, страдающих сахарным диабетом.

Однако, на сегодняшний день актуальным остается исследование влияния патоки на качество изделий в сегменте заварных ржано-пшеничных хлебов, полученных из полуфабрикатов высокой степени готовности и на продление их сроков годности после допекания, научно-практических рекомендаций по совершенствованию данной технологии, что позволит расширить ассортимент диетических и диабетических хлебобулочных изделий с длительными сроками годности.

Для исследования показателей качества в лабораторных условиях были изготовлены заварные ржано-пшеничные хлеба с доведением до кулинарной готовности на 90 и 100 % в соответствии с ГОСТ 31806-2012, которые подвергались шоковой заморозке, и, спустя некоторое время хранения в морозильной камере, подвергались дефростации в термостате при температуре 35–37 °С. Контрольным образцом являлся заварной ржано-пшеничный хлеб, полученный без замораживания. В опытных образцах производилась замена сахара на патоку в количествах 3 и 5 % от общего количества муки. Основными показателями качества являлись: пористость, крошковатость, твердость мякиша.

Результаты анализа изменения крошковатости мякиша в контрольном образце с сахаром и опытных с патокой в течение 96 ч хранения представлены на рис. 1 и 2.

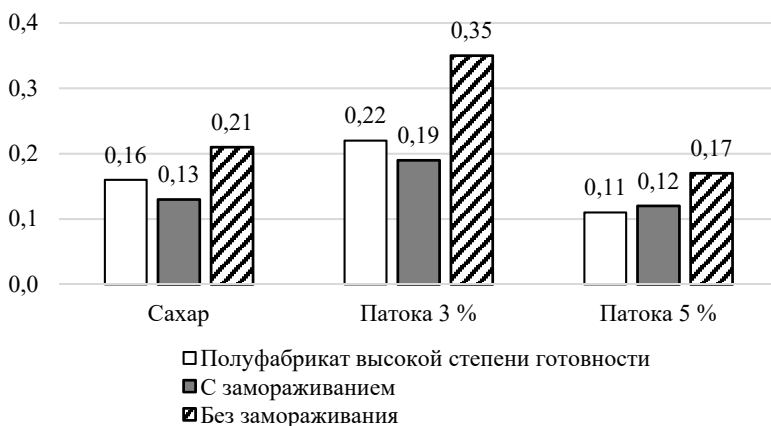


Рис. 1. Изменение показателя крошковатости мякиша образцов хлеба сразу после выпечки и размораживания, %

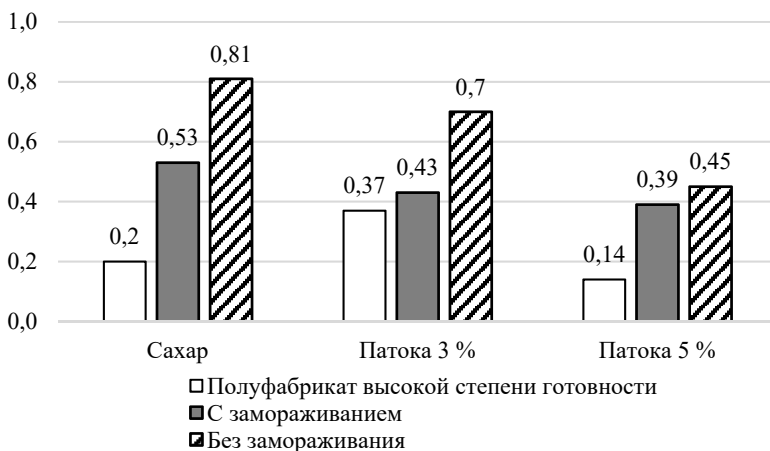


Рис. 2. Изменение показателя крошковатости мякиша образцов хлеба спустя 96 ч хранения, %

Анализируя результаты изменения крошковатости мякиша для контрольного образца с сахаром и опытных образцов, можно отметить, что показатель крошковатости во всех исследуемых изделиях спустя 96 ч хранения увеличивается. Это связано с процессом «старения» крахмала, когда он из аморфного состояния переходит в кристаллическое, высвобождая при этом свободную влагу, которая в процессе испаряется. Стоит заметить, что изделия, которые прошли процесс шоковой заморозки, имеют значения крошковатости ниже, чем изделия, которые исследовались сразу после выпечки. Исходя из этих данных, можно предположить, что шоковая заморозка позволяет в некоторой степени замедлить процесс ретроградации крахмала, влияя при этом на его морфологическую структуру: замораживание при температуре до -40°C не разрушил молекулярную цепь крахмала, а уменьшил крахмальные зерна, которые могли впоследствии стать мельче [2]. Наблюдается общая тенденция снижения крошковатости в изделиях с патокой по сравнению с изделиями с сахаром.

Далее на рис. 3 и 4 представлены результаты анализа изменения показателя твердости мякиша, который определялся с помощью текстурного анализатора *CT3-4500 Brookfield*, в контрольном образце с сахаром и опытных с патокой в течение 96 ч.

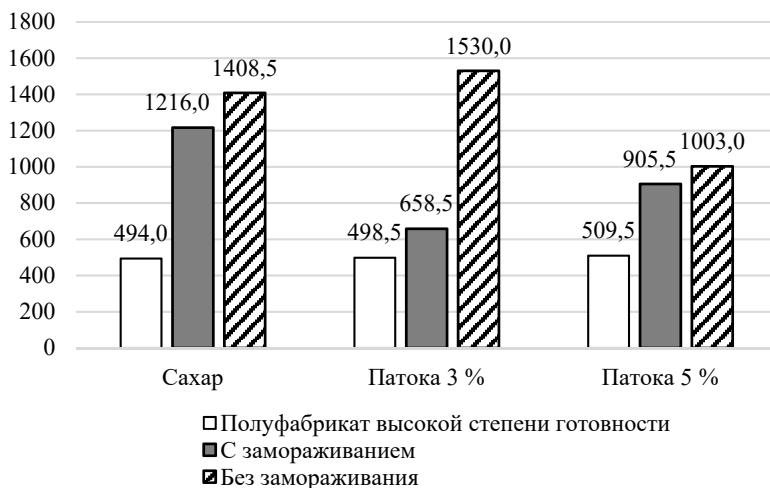


Рис. 3. Изменение показателя твердости мякиша образцов хлеба сразу после выпечки и размораживания, г

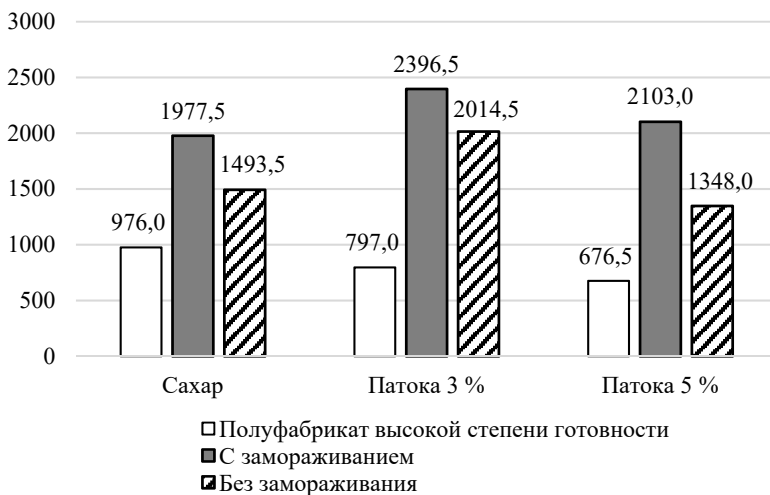


Рис. 4. Изменение показателя твердости мякиша образцов хлеба спустя 96 ч хранения, г

Анализ результатов показал, что шоковая заморозка влияет на показатель твердости мякиша, снижая его в образцах сразу после выпечки и размораживания. После 96 ч хранения твердость всех образцов увеличилась. Увеличение твердости мякиша можно связать

с изменением белковых фракций хлеба во время хранения, а именно вследствие снижения их влажности, собственно, поэтому мягкость мякиша может снизиться.

Для полуфабрикатов высокой степени готовности с внесением в рецептуру патоки твердость увеличилась незначительно и имела значения ниже, чем в изделиях с сахаром. Исследования показателя пористости подтверждают предыдущие результаты.

Таким образом в результате исследований установлено, что сахаросодержащее сырье оказывает влияние на качество заварного хлеба, полученного из полуфабриката высокой степени готовности. Внесение в состав рецептуры 5 % патоки к массе муки взамен сахара снижает показатели крошковатости и твердости мякиша, что говорит о свежести хлеба и позволяет продлить его сроки годности после допекания до 96 ч.

Библиографический список

1. Бакулина О. Н. Продукты гидролиза крахмала как пищевые добавки // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2003. – № 2. – С. 51–52.
2. Горячева А. Ф., Кузьминский Р. В. Сохранение свежести хлеба. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 240 с.
3. Гуринова Т. А., Гуценко Е. В., Литвинчук М. А. Особенности рецептурного состава замороженного недопеченного полуфабриката для заварного ржано-пшеничного хлеба // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 25–26 октября 2023 г.). – Барнаул: АлтГТУ, 2023. – С. 173–175.
4. Крюкова Е. В., Чугунова О. В., Тиунов В. М. Моделирование органолептических показателей качества мучных изделий из второстепенных видов муки // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2016. – № 3 (38). – С. 80–87.
5. Лазарев В. А., Порошина Д. Д. Разработка рецептуры и технологии хлеба, обогащенного порошком ежевика гребенчатого и семенами тыквы и подсолнечника // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – Т. 13, № 3 (67). – С. 104–110.
6. Скурихин И. М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 275 с.

Применение природного сырья с антибактериальным эффектом в технологии *sous-vide*

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы применения лекарственно-технического сырья с выраженными антибактериальными свойствами, произрастающего на территории Российской Федерации, в индустрии питания. Особое внимание уделяется возможности интеграции этих растений в технологию приготовления пищи методом *sous-vide*. Проведен анализ антимикробного потенциала отобранных растений, механизмов действия их биологически активных компонентов, а также технологических аспектов их применения в условиях низкотемпературной обработки пищевых продуктов. Представлены результаты исследований, демонстрирующие эффективность выбранного сырья для обеспечения микробиологической безопасности продуктов, приготовленных по технологии *sous-vide*.

Ключевые слова: антибактериальные свойства; технология *sous-vide*; микробиологическая безопасность; растительный экстракт; натуральный консервант.

Современные тенденции в индустрии питания направлены на поиск натуральных добавок, способных заменить синтетические консерванты при сохранении высокого уровня безопасности и качества продуктов питания. Особую актуальность данное направление приобретает в контексте технологии *sous-vide* (приготовление в вакууме при низких температурах), где риск микробиологической порчи требует особого внимания из-за специфики температурных режимов [3].

Россия обладает уникальным биоразнообразием лекарственно-технических растений, многие из которых традиционно используются в народной медицине благодаря их антимикробным свойствам. Исследование и внедрение таких растений в качестве натуральных консервантов при производстве продуктов по технологии *sous-vide* представляется перспективным направлением для повышения их безопасности и увеличения сроков годности без ущерба для органолептических показателей.

Данная работа направлена на систематизацию современных научных данных о растениях России с выраженными антибактериальными свойствами и оценку их потенциала в технологии *sous-vide*, с учетом особенностей данного метода термической обработки и влияния растительных компонентов на микробиологические, органолептические и пищевые характеристики готовых продуктов.

Технология *sous-vide* предусматривает упаковку продуктов в вакуумные пакеты с последующей термической обработкой при точно контролируемой температуре, обычно в диапазоне 55–85 °C [9]. Такой

подход обеспечивает равномерный прогрев продукта, сохранение питательных веществ, витаминов и органолептических характеристик. Однако низкие температуры обработки создают определенные микробиологические риски, особенно связанные с психротрофными и мезофильными микроорганизмами, включая патогенные виды, такие как *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* и некоторые штаммы *Bacillus cereus* [10].

В продуктах *sous-vide* ключевыми факторами обеспечения микробиологической безопасности являются:

- точное соблюдение температурно-временных режимов;
- быстрое охлаждение после термической обработки;
- контроль pH и активности воды;
- применение дополнительных барьерных факторов, включая

натуральные антимикробные агенты.

В связи с проблемами окружающей среды и здоровья, связанными с синтетическими пищевыми добавками, потребители все чаще отдают предпочтение натуральным консервантам. Этот сдвиг обусловлен повышением осведомленности потребителей о значительных рисках для здоровья, связанных с употреблением продуктов, содержащих синтетические ингредиенты и добавки. В этом контексте природное сырье с антибактериальными свойствами могут выступать эффективным дополнением барьером против патогенных микроорганизмов [2]. К природному сырью с антибактериальным эффектом можно отнести:

- растения семейства крестоцветных (горчица, хрен и др.). Летучие фитонциды горчицы используют для увеличения продолжительности хранения рыбы и других продуктов. Фитонцидами хрена консервируют мясо и фрукты;

- эфирные масла. Антибактериальной активностью в отношении споровых микроорганизмов обладают эфирные масла чеснока, дудчатой монарды, чабреца, горного чабера, эвгенольного базилика, а также масло корицы;

- органические кислоты. К ним относятся уксусная, лимонная, яблочная, молочная и другие кислоты. Такие вещества содержатся в различных фруктах и ферментированных продуктах;

- бактериоцины. Это препараты микробного происхождения, которые обладают бактерицидным действием. Некоторые из них: низин, натамицин, педиоцин, энтероцин, плантарицин;

- лизоцим. Фермент получают из куриного яичного белка. Он ингибирует рост спор *Clostridium tyrobutyricum* в полутвердых сырах.

Использование природных антимикробных препаратов позволяет избежать чрезмерной физической обработки продуктов, которая часто изменяет их органолептические свойства.

К лекарственно-техническому сырью, обладающему антибактериальным эффектом, можно отнести ряд растений [7].

Тимьян обыкновенный (*Thymus vulgaris*) и тимьян ползучий (*Thymus serpyllum*). На территории России произрастает несколько видов тимьяна, обладающих выраженными антимикробными свойствами. Основными действующими веществами являются фенольные соединения, прежде всего тимол и карвакрол. Экстракты тимьяна проявляют активность против широкого спектра микроорганизмов, включая *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas aeruginosa* [7].

Минимальная ингибирующая концентрация эфирного масла тимьяна против *Listeria monocytogenes* составляет 0,1–0,5 мкл/мл, что делает его перспективным для применения в технологии *sous-vide*, где данный патоген представляет особую опасность.

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare*). Душица, широко распространенная на территории России, содержит в своем составе карвакрол, тимол, п-цимен и другие терпеноиды с выраженными антимикробными свойствами. Исследования МГУ им. Н. П. Огарева [1] продемонстрировали высокую активность эфирного масла душицы против грамположительных бактерий, включая *Staphylococcus aureus* и *Bacillus cereus*.

Важно отметить, что компоненты душицы сохраняют свою активность даже при низкотемпературной обработке, что особенно ценно для технологии *sous-vide*. По данным автора, включение экстракта душицы в концентрации 0,5–1,0 % в маринады для мясных продуктов *sous-vide* способствовало снижению общей микробной обсемененности на 1,5–2,0 log КОЕ/г по сравнению с контрольными образцами.

Чабрец (*Thymus*). Различные виды чабреца, произрастающие в России, демонстрируют выраженную антибактериальную активность благодаря высокому содержанию эфирных масел. Экстракты чабреца эффективны против пищевых патогенов, включая сальмонеллы и кампилобактерии [7].

Полынь горькая (*Artemisia absinthium*). Полынь горькая, распространенная на большей части территории России, содержит туйон, фелландрен, кадинен и другие терпеноиды с антимикробной активностью. Согласно исследованиям СПбПУ Петра Великого [9], экстракты полыни проявляют активность против грамположительных и грамотрицательных бактерий, а также некоторых дрожжей.

Зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum*). Зверобой, традиционно используемый в народной медицине России, содержит гиперфорин, флавоноиды и эфирные масла с антимикробными свойствами.

Также экстракт зверобоя эффективен против *Staphylococcus aureus* и некоторых штаммов *Escherichia coli* [8].

Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis*). Шалфей лекарственный содержит туйон, цинеол, камфору и другие компоненты с выраженными антимикробными свойствами. Эфирное масло шалфея эффективно ингибирует рост *Listeria monocytogenes* и *Staphylococcus aureus* даже в низких концентрациях (0,05–0,10 %).

Эвкалипт (*Eucalyptus*). Эвкалипт, культивируемый в южных регионах России, богат цинеолом и другими терпеноидами с выраженной антимикробной активностью. Экстракты эвкалипта эффективны против широкого спектра пищевых патогенов [5].

Можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*). Ягоды и хвоя можжевельника содержат α -пинен, сабинен, мирцен и другие терпеноиды с антибактериальными свойствами. Экстракты можжевельника проявляют активность против грамположительных бактерий и некоторых плесневых грибов [5].

Антимикробная активность растительных компонентов обусловлена несколькими механизмами:

- нарушение целостности клеточной мембраны микроорганизмов, приводящее к утечке клеточного содержимого (особенно характерно для терпеноидов и фенольных соединений);
- ингибирование ферментных систем микроорганизмов;
- нарушение синтеза белка и нуклеиновых кислот;
- хелатирование ионов металлов, необходимых для метаболизма микроорганизмов.

При применении растительного сырья с антимикробными свойствами в технологии *sous-vide* важным является формы внесения растительных компонентов. В технологии *sous-vide* растительные компоненты с антимикробными свойствами могут вноситься в различных формах:

- сухие измельченные травы и специи;
- экстракты на водной, масляной или спиртовой основе;
- эфирные масла;
- инкапсулированные формы растительных экстрактов.

Для технологии *sous-vide* наиболее эффективно применение комбинации сухих трав (для обеспечения постепенного высвобождения активных компонентов) и экстрактов или эфирных масел (для быстрого антимикробного действия) [6].

Для большинства растительных экстрактов оптимальные концентрации, обеспечивающие антимикробный эффект без существенного влияния на органолептические показатели, составляют:

- для сухих трав – 0,5–2,0 % от массы продукта;

- для экстрактов – 0,2–1,0 %;
- для эфирных масел – 0,05–0,20 %.

Особый интерес представляют синергетические комбинации различных растительных компонентов. Так, комбинация экстрактов тимьяна и шалфея в соотношении 1:1 демонстрирует более выраженный антимикробный эффект, чем каждый из экстрактов по отдельности в той же суммарной концентрации [4; 5].

Важным аспектом применения растительных компонентов в технологии *sous-vide* является их влияние на органолептические характеристики готовых продуктов. Исследования (см. таблицу) показали, что при соблюдении рекомендуемых концентраций большинство растительных добавок положительно влияют на вкусо-ароматический профиль продуктов, приготовленных по технологии *sous-vide*.

Гармоничные сочетания основного и лекарственно-технического сырья

Вид сырья	Тимьян	Шалфей	Розмарин	Фенхель	Душица	Бasilik	Эстрагон	Можжевельник
Говядина	+		+					
Баранина		+						+
Курица					+	+		
Рыба				+			+	

Анализ современных научных данных свидетельствует о высоком потенциале применения трав с антибактериальными свойствами, произрастающих на территории России, в технологии *sous-vide*. Экспериментальные данные демонстрируют эффективность растительных компонентов в обеспечении микробиологической безопасности и увеличении сроков годности продукции без негативного влияния на органолептические показатели.

Применение натуральных растительных компонентов с антимикробными свойствами соответствует современным тенденциям пищевой индустрии по созданию натуральной продукции без синтетических добавок, что повышает потребительскую привлекательность продуктов *sous-vide* и открывает новые возможности для расширения ассортимента безопасной продукции с увеличенными сроками годности.

Дальнейшие исследования в данной области целесообразно направить на изучение синергетических эффектов различных комбинаций растительных компонентов, оптимизацию форм их внесения и разработку

методов стандартизации растительного сырья для обеспечения стабильного антимикробного эффекта в промышленных условиях.

Библиографический список

1. Алямкина Е. А., Абрашина И. В. Исследование относительной антиоксидантной активности аптечных лекарственных трав и сборов // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2020. – Т. 22, № 6. – С. 84–87.
2. Влияние низкотемпературной тепловой обработки на изменение содержания витаминов и минеральных веществ в мясопродуктах / В. В. Насонова, Е. К. Туниева, А. А. Мотовилина, Е. В. Милеенкова // Мясная индустрия. – 2022. – № 8. – С. 28–31.
3. Епишина А. И., Кокишаров А. А. Технология Sous Vide в производстве пищевой промышленности // Образование, наука, инновации. Молодежный вклад в развитие научно-образовательного центра «Кузбасс»: материалы Инновационного конвента (Кемерово, 13 декабря 2019 г.). – Кемерово: КемГУ, 2019. – С. 163–168.
4. Кароматов И. Д., Баймурадов Р. С., Сафарова М. Т. Химический состав лекарственного растения розмарин // Биология и интегративная медицина. – 2024. – № 1 (66). – С. 184–199.
5. Мельников Ф. О. Перспективы использования пряно-ароматических трав в перерабатывающей промышленности // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых: в 4 т. (Пенза, 29-30 октября 2020 г.). – Пенза: ПГАУ, 2020. – Т. 2. – С. 247–250.
6. Москвичева Е. В., Дорофеева А. И., Фасулаки Г. П. Использование экстракта розмарина в технологии мясных полуфабрикатов для продления сроков хранения // Актуальные проблемы социально-экономического развития современного общества: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Киров, 29 мая 2024 г.). – Киров: Кировский ГМУ, 2024. – С. 221–224.
7. Попов Е. С. Исследование антиоксидантных и антибактериальных свойств пряных трав // Материалы ЛП отчетной науч. конф. за 2013 г.: в 3 т. (Воронеж, 26-28 марта 2014 г.). – Воронеж: ВГУИТ, 2014. – Т. 1. – С. 179.
8. Постраш И. Ю. Трава зверобоя продырявленного: химический состав, свойства, применение // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – № 1 (53). – С. 57–63.
9. Разработка технологии приготовления полуфабрикатов из свинины с применением низкотемпературной обработки / М. Ф. Хайруллин, Е. А. Коваль, И. Ю. Левицкая и др. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81, № 2 (80). – С. 250–256.
10. Степнева Е. В., Чугунова О. В. Анализ изменения технологических потерь при низкотемпературных режимах приготовления куриного филе // Наука и образование – 2021: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Мурманск, 1 декабря 2021 г.). – Мурманск: МГТУ, 2022. – С. 425–429.

Продовольственная безопасность и независимость: стратегии новой реальности¹

Аннотация. Реализация национального проекта «Биоэкономика» обозначена в качестве одной из задач по достижению национальной цели «Технологическое лидерство» до 2030 г. и на перспективу до 2036 г. Вместе с тем серьезную проблему в условиях изменения климата представляет биобезопасность пищевых продуктов, в частности, присутствие в системе продукта вторичных метаболитов токсигенных плесеней. В исследовании изучается возможность образования устойчивых комплексов микотоксинов, маскированных в белковые и крахмальные конструкции зерна пшеницы. С использованием метода молекулярного докинг-моделирования описана конструкция на уровне углеводно-протеиназного комплекса, что определяет необходимость разработки новых технологических решений для мягких нетепловых воздействий процессов детоксикации зерновых масс.

Ключевые слова: микотоксины; маскированные формы; белок; крахмал; молекулярный докинг.

Стратегические задачи улучшения качества и обеспечения биобезопасности пищевой продукции в рамках достижения продовольственной независимости страны охватывают производство зерна и продуктов его переработки. Для решения обозначенных задач следует учитывать факторы влияния глобального потепления климата и возникающие на фоне критических изменений возможные потери продовольствия. В целях сохранения продовольственных ресурсов, прежде всего зерновых, необходима региональная стратегия адаптации к изменению климата и разработка новых технологий сохранения продовольственных ресурсов, имеющих отклонения по качеству и безопасности².

К стратегическим задачам обеспечения биобезопасности пищевой продукции в Российской Федерации относится мониторинг регулярных и новых потенциально опасных загрязнителей химической и биологической природы. Интенсивные агротехнические технологии на фоне экстремальных изменений климата провоцируют увеличение в зерновых культурах числа фитопатогенов, в том числе высокотоксичных

¹ Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФ № 24-16-20028.

² *Продовольствие и сельское хозяйство. Активизация усилий по выполнению Программы устойчивого развития на период до 2030 г.* // ФАО. – URL: <https://www.fao.org/3/i7454ru/i7454ru.pdf> (дата обращения: 10.01.2025). См. также: [2; 6].

микровицетов и их вторичных метаболитов. В совокупности имеющегося задела методов обеззараживания для минимизации рисков микоинтоксикации перспективны эффекты нетеплового воздействия, способные комплексно решать обозначенные проблемы [1].

В числе известных факторов риска, определяющих потери зерна – токсичные метаболиты микроскопических грибов: фумонизины (*FUM*), дезоксиниваленол (*DON*), афлатоксины (*AF*), зеараленон (*ZEN*), токсин *T-2/HT-2* и ократоксины (*OT*), которые по-прежнему строго регламентируются как важные предикторы с точки зрения безопасности пищевых продуктов и кормов. Микотоксины способны выступать триггерами для неинфекционных заболеваний, а последствия контаминации микотоксинами проявляются через десятилетия в различной этиологии: нервные расстройства, подавление иммунной системы, снижение репродуктивных способностей, развития злокачественных новообразований.

Маскированные формы вторичных метаболитов при отсутствии достаточной информации о типах взаимодействия на уровне формируемых конструкций и силе формируемых связей в комплексах, могут оставаться в сырье и продуктах его переработки даже после процесса обеззараживания, создавая высокие риски для потенциальных потребителей. Риски образования маскированных форм микотоксинов анализировались в отношении белковых и крахмальных компонентов эндосперма зерна пшеницы [3; 4; 5].

Для проверки данной гипотезы на первом этапе с применением стратегии *in silico* проведены прогностические исследования, методом молекулярного Докинг-анализа, с помощью *AutoDock 4.2* получены 3D модели ожидаемых конструкций маскированных форм микотоксинов. Лиганды микотоксинов загруженные из *PubChem*, оптимизированы и состыкованы с использованием метода генетического алгоритма Ламарка с усовершенствованными рецепторами.

Лиганды-молекулы микотоксинов: *DON* и *ZEN* состыкованы с усовершенствованными рецепторами протеинов клейковинного комплекса (глютеина и α -глиадин) и амилозы (рис. 1 и 2). Рассчитаны силы связи и получены 3D модели, позволяющие осуществить прогноз образования маскированных форм микотоксина *DON* в конструкциях зерна.

Основная конструкция формируется на уровне *DON* + α -глиадин с наиболее сильными связями (–7,9 ккал/моль). В то же время молекула (*IHSS*) блокатора α -амилазы погружена в массив протеина, не соприкасаясь с молекулой *DON* + α -амилаза (–6,1 ккал/моль). Присутствие маскированных форм микотоксинов в зерновой массе и продуктах переработки требует изменения стратегии обеззараживания, в частности

определение режимов, исключающих трансформацию макронутриентов маскирующих микотоксины, сохранение продовольственной пригодности и физиологии зерновых масс как посевного материала.

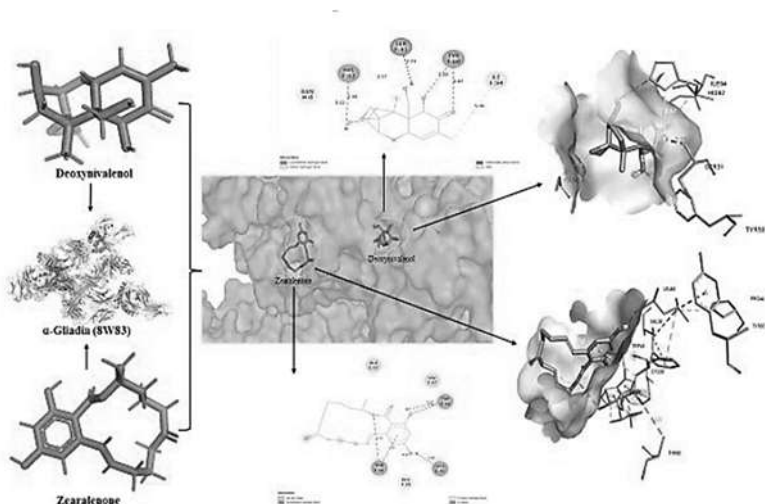


Рис. 1. 3D модели молекул *DON* и *ZEN*, состыкованные с рецептором α -глиадин клейковинного комплекса

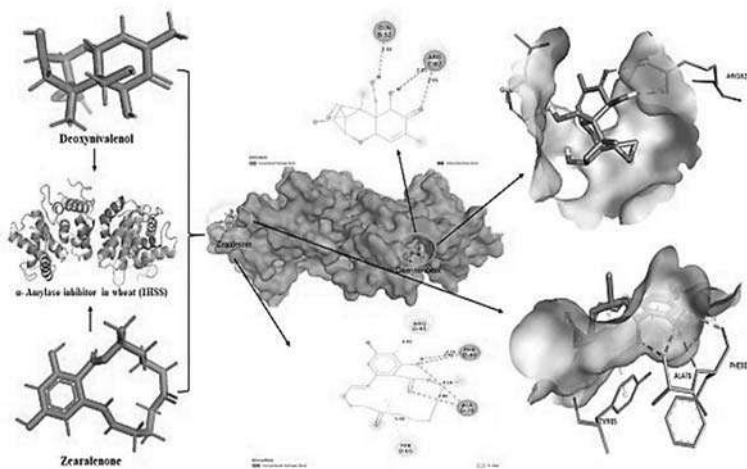


Рис. 2. 3D модели молекул *DON* и *ZEN*, состыкованные с рецептором молекулы (*IHSS*) блокатора α -амилазы

Таким образом, прогностическая оценка возможных механизмов образования устойчивых комплексов микотоксинов и макромолекул зерна определяет новую стратегию обеспечения биобезопасности, с применением мягких нетепловых воздействий при сохранении эффектов стерилизации. Возможности направленного применения нетепловых эффектов для процессов детоксикации путем воздействия на токсигенную микрофлору могут стать эффективным инструментом в достижения критериев биобезопасности.

Библиографический список

1. *Прогноз in silico* токсикологических и фармакокинетических характеристик лекарственных соединений / П. М. Васильев, А. В. Голубева, А. Р. Королева и др. // Безопасность и риск фармакотерапии. – 2023. – Т. 11 (4). – С. 390–408.
2. *Продовольственная безопасность* Евразийского региона в новых экономических условиях: состояние и перспективы: коллективная монография / С. А. Шоба, Р. А. Ромашкин, Н. Г. Рыбальский и др.; под общ. ред. С. А. Шобы. – М.: ЕЦПБ МГУ, НИА-Природа, 2024. – 194 с.
3. *Co-Occurrence of DON and emerging mycotoxins in worldwide finished pig feed and their combined toxicity in intestinal cells* / A. K. Khoshal, B. Novak, P. G. P. Martin et al. // *Toxins*. – 2019. – Vol. 11 (12). – Art. 727.
4. *Gallo A., Ghilardelli F., Atzori A. S. Cooccurrence of regulated and emerging mycotoxins in corn silage: relationships with fermentation quality and bacterial communities* // *Toxins*. – 2013. – Vol. 13 (3). – Art. 232.
5. *Siri-Anusornsak W., Kolawole O., Mahakarnchanakul W. The occurrence and cooccurrence of regulated, emerging, and masked mycotoxins in rice bran and maize from Southeast Asia* // *Toxins*. – 2022. – Vol. 14 (8). – Art. 567.
6. *Zhilina I. Yu. The impact of climate change on global food security* // *Economic and Social Problems of Russia*. – 2023. – No. 1. – P. 166–189.

Секция 5. Инженерно-техническое обеспечение, оборудование и информационные технологии в АПК, пищевой промышленности, общественном питании и торговле

М. А. Лось, М. С. Куракин

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

Сравнительный анализ программного обеспечения для оценки потребительских свойств пищевых продуктов

Аннотация. В исследовании рассматриваются программы, предназначенные для оценки пищевого статуса, автоматизированного учета питания и расчетов на основе антропометрических данных. Оценены функциональные возможности, входные и выходные параметры, системные требования программ. Проведен анализ области применения программного обеспечения в различных сферах, включая популяционные исследования, диетологическую помощь, медицину, пищевую промышленность и образование. Выводы исследования помогают в выборе оптимальных программных решений для различных задач в области питания и здравоохранения.

Ключевые слова: программное обеспечение; автоматизированный учет питания; оценка пищевого статуса; пищевая продукция; потребительские свойства продуктов питания.

Современные программы для анализа потребительских свойств продуктов питания направлены на автоматизацию учета питания, расчет и оптимизацию рецептур с учетом пищевой ценности, исследование влияния факторов на качество, контроль химического состава и безопасности, поддержку научных, образовательных и производственных процессов. Программное обеспечение различается по методологии, охвату показателей, автоматизации анализа, но отсутствие унифицированных критериев оценки затрудняет объективный анализ их эффективности и практической значимости [3].

Основная сложность заключается в недостаточной систематизации существующих программных решений, что ограничивает возможность их применения для обоснованного выбора продуктов питания. Таким образом, является актуальной разработка подхода к сравни-

тельному анализу данного вида ПО, который позволит провести комплексную оценку программных средств, выявить их достоинства и недостатки, а также определить направления для дальнейшего совершенствования.

Целью данного исследования являлся сравнительный анализ существующего ПО, направленного на оценку потребительских свойств пищевых продуктов и предлагающих определенные рекомендации на основе результатов своей работы. Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

- 1) определить площадку и критерии для поиска ПО;
- 2) выявить качественные показатели ПО для дальнейшего сравнения;
- 3) построить сравнительные таблицы ПО в зависимости от выбранных показателей и сделать соответствующие выводы.

При анализе существующего ПО, направленного на оценку потребительских свойств продуктов питания и расчет определенных параметров на их основе, были рассмотрены их функциональные возможности из свидетельств о регистрации программ для ЭВМ (прЭВМ) из открытого реестра результатов интеллектуальной деятельности ФИПС, и дополнительно размещенных в электронной библиотечной системе *Elibrary*. Для выделения наиболее популярных прЭВМ произведена сортировка по числу цитирований. В процессе поиска учитывались следующие запросы: «пищевая ценность», «пищевая ценность продуктов питания», «химический состав продуктов питания», «химический состав сырья». Временной диапазон поиска варьировался от 2013 до 2024 г. В результате было выделено двадцать свидетельств с наибольшим числом цитирований.

При анализе описания найденных свидетельств были выделены качественные показатели, характеризующие функциональность прЭВМ. Это назначение программы, определяющее цели ее применения, и область применения, указывающая целевые предметные области. Также учитывается функциональность программы и входные параметры – значения, передаваемые для обработки. Выходные параметры отражают рассчитываемые показатели. Дополнительно рассматриваются системные требования, необходимые для корректной работы прЭВМ. Дополнительно рассматриваются системные требования, определяющие условия программной среды, необходимые для корректного функционирования прЭВМ [2].

Сравнительная характеристика отобранных прЭВМ по первым двум показателям представлена в табл. 1.

Назначение и область применения анализируемых прЭВМ

Номера свидетельств	Назначение	Область применения
Оценка пищевого статуса человека		
2018612751, 2023618007, 2023613023, 2023685800, 2021615815	Оценка пищевого статуса и рациона питания	Популяционные исследования; индивидуальная диетология; образование; научные исследования; медицина; здравоохранение
Автоматизированный учет питания		
2016661560, 2020610999, 2022614118, 2022615311, 2023617290	Оптимизация процессов учета и планирования питания; контроль качества пищевой продукции; контроль состояния здоровья	Образовательные учреждения; военные части; предприятия общественного питания; научные исследования; практические занятия; продовольственные службы
Антропометрия		
2023618566, 2021618592, 2023680849	Измерение и анализ антропометрических параметров; определение состава продуктов питания; составление индивидуальных рационов	Лаборатории; образовательные учреждения; научные исследования
Специфичные задачи		
2023666553, 2022612108, 2021613279, 2022613993, 2022668291, 2021616072	Мониторинг здоровья спортсменов; экономический анализ систем питания в ВС РФ; работа с данными о питательных веществах; выбор рецептур и ингредиентов	Спортивные организации; продовольственные службы; военные части; Роспотребнадзор; здравоохранение; пищевая промышленность; научные исследования

Информация о найденных свидетельствах была систематизирована по группам: программы для оценки пищевого статуса человека, автоматизированного учета питания, расчетов по антропометрическим данным и специфичных задач. Свидетельство № 2020664074 не включено в группы из-за отсутствия данных о назначении программы. Выделяются три основных направления ПО: оценка питания разных групп населения, антропометрических и функциональных показателей, а также пищевого статуса индивида. Программы имеют широкое применение: от популяционных исследований до индивидуальной диетологической помощи в воинских частях, пищевой промышленности, медицине, научных и образовательных учреждениях, а также Роспотребнадзоре.

В табл. 2 представлены сводные данные по показателям, характеризующих работу программ.

Т а б л и ц а 2

Характеристики анализируемых прЭВМ

Номера свидетельств	Функциональность	Входные параметры	Выходные параметры
Анализ питания и нутриентного состава			
2018612751, 2020610999, 2022613993, 2021618592, 2023666553	Оценка пищевой и нутриентной ценности рациона; анализ структуры потребления; расчет энергетических потребностей	Пол; возраст; физическая активность; данные о продуктах	ИМТ; потребность в энергии; частотное потребление; пищевая ценность рациона
Разработка и оптимизация рецептов			
2021615815, 2020664074, 2023618007, 2023613023, 2021616072	Проектирование рецептов; замена ингредиентов; расчет пищевой ценности блюд	Рецептуры; компоненты; химический состав продуктов	Оптимальные пропорции; пищевая ценность; состав готового продукта
Автоматизация учета и контроля питания			
2016661560, 2023680849, 2022615311, 2020610999	Ведение меню и диет; контроль пищевой ценности и соответствия нормативам	Данные о продуктах; технологические параметры; нормы питания	Готовые рационы; отчеты о питании; отклонения от норм
Исследование химического состава и качества			
2022614118, 2022612108, 2022668291, 2023618566, 2023685800	Определение химического состава; анализ содержания макро- и микроэлементов; безопасность продуктов	Химический состав сырья и продуктов; параметры качества	Содержание БЖУ, витаминов; стандартные отклонения
Прогнозирование и моделирование			
2023666553, 2023618566, 2021613279	Прогнозирование пищевой ценности; расчет динамики потребления; оптимизация технологических режимов	Данные о составе продуктов; нормативные показатели; параметры производства	Смоделированные составы рационов; прогноз химического состава

Номера свидетельств	Функциональность	Входные параметры	Выходные параметры
Специализированные решения			
2023617290, 2022615311	Уникальные решения для медицинской сферы, питания военнослужащих, blockchain-анализа данных	Данные пациентов; антропометрические показатели; характеристики питания	Индивидуальные рекомендации; аналитические отчеты; безопасность питания

Группировка основана на функциональном сходстве программ и выделении общих задач. Большинство решений анализируют пищевую ценность рационов или отдельных продуктов, рассчитывают уровень обмена веществ, потребность в энергии и макронутриентах с учетом пола, возраста и деятельности. Также определяются индекс массы тела (ИМТ) и хранятся данные пациентов. Некоторые программы позволяют разрабатывать рецептуры, контролировать рацион и учет питающихся, а также оценивать сырье по технологическим и органолептическим показателям.

Входные данные включают антропометрические параметры, информацию об уровне физической активности, данные пищевого дневника, а также сведения о продуктах, рецептах, ингредиентах и их химическом составе.

В результате работы программ пользователь получает информацию об ИМТ, потребностях в энергии и питательных веществах, частоте потребления, пищевой ценности рациона, нормах закладки, рецептурах, химическом составе, органолептических характеристиках, а также индивидуальные рекомендации и отчеты. Дополнительно стоит отметить, что свидетельства о регистрации № 2018612751, 2020610999, 2023617290, 2022668291 используются документы о суточной потребности в основных пищевых веществах и энергии для разных групп населения, официальные справочные данные о химическом составе и пищевой ценности продуктов. В ряде случаев включена зарубежная нормативная и справочная документация.

В табл. 3 представлены сводные данные о системных требованиях анализируемых программ.

Системные требования анализируемых программ

Номера свидетельств	Требования к ЭВМ	Требования к ОС	Требования к программной среде
Программы, использующие наборы средств для разработки для динамических языков программирования (средний объем 44,5 Мб)			
2018612751, 2020610999, 2016661560, 2021615815, 2020664074, 2023617290, 2022613993, 2023618007, 2023666553, 2023680849, 2022668291, 2023618566, 2021613279, 2023685800	<i>Минимальные:</i> <i>IBM PC</i> – совместимые ПК. <i>Максимальные:</i> архитектура процессора x64 (<i>Intel Core i3, Intel Core i5 Gen8-11</i>)	<i>Windows XP, Vista, 7, 8, 10; Windows 10 с .Net вер. 4.5; Mac OS X; GNU/Linux; Centos; Android</i>	<i>1C; C#; JavaScript; C++; Java; SQL; Python; Delphi; Pascal</i>
Программы, использующие средства разработки <i>Microsoft</i> (средний объем 3,6 Мб)			
2020610999, 2022615311, 2022614118, 2022612108, 2023613023, 2021618592, 2021616072	<i>IBM PC</i> – совместимые ПК	<i>Windows XP, Vista, 7, 8, 10</i>	<i>Microsoft Excel; Visual Basic for Application (VBA)</i>

Анализ системных требований показал, что программы используют средства разработки (*SDK*) для динамических языков программирования (ЯП) или *SDK* от *Microsoft* для приложений под ОС *Windows*. Большинство программ создано на динамических ЯП, что объясняется большей гибкостью разработки и кроссплатформенностью. Приложения на динамических ЯП предъявляют повышенные требования к ЭВМ, особенно к процессору, для обеспечения высокой производительности на разных ОС. Программы на *SDK* от *Microsoft* работают только на ОС *Windows* и не предъявляют требований к ЭВМ. Программы, созданные на динамических ЯП, предназначены для работы на платформах 1С-Предприятие (ЯП 1С), в *Web*-браузерах (ЯП *JavaScript*), в базах данных (ЯП *SQL*), на разных ОС (ЯП *C++*, *Java*, *Python*), в системах с повышенными требованиями к совместимости (ЯП *Delphi*, *Pascal*).

Это объясняется функциональным назначением ЯП, через которые они создавались [1]. Программы на *SDK* от *Microsoft* функционируют как надстройки для их официального ПО, в частности, *Excel*. ПО на динамических ЯП занимают больше памяти (44,5 Мб) за счет установки *SDK* в системе, в отличие от ПО на *SDK* от *Microsoft*, которые уже встроены в ОС *Windows* (3,6 Мб).

В результате проведенного исследования были получены следующие результаты:

1) для анализа использованы данные из реестра ФИПС и библиотеки *Elibrary*, что позволило выделить 20 программ с наибольшим числом цитирований, направленных на оценку пищевой ценности и химического состава продуктов;

2) определены ключевые характеристики ПО: назначение, область применения, функциональность, входные и выходные параметры. Программы охватывают разные предметные области: от анализа питания населения до индивидуальной диетологической помощи;

3) построены сравнительные таблицы, в которых отражены функциональные возможности, параметры и системные требования программ. Программы на динамических языках программирования требуют больше ресурсов, но обеспечивают кроссплатформенность и гибкость.

Анализ показал, что существующие программные продукты предлагают широкий спектр решений для оценки нутриентных свойств, которые могут быть использованы как для массовых, так и для индивидуальных исследований. Выбор программного продукта конечным потребителем зависит от специфики его задач и условий эксплуатации.

Библиографический список

1. Бекирова Э. А., Халилова З. Э. Обзор популярных языков программирования по версиям ресурсов ТЮВЕ и Stackoverflow // Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. – 2019. – № 3 (25). – С. 32–39.
2. Жаднов В. В., Лазарев Д. В. Качественные и надежностные показатели и характеристики программного обеспечения // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2005. – Т. 1. – С. 317–319.
3. Степанова Т. Ю., Корулько О. А., Прушинский А. А. Анализ рынка программного обеспечения для технологов общественного питания // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2018. – № 3 (14). – С. 12.

Архитектура винодельческих предприятий и их взаимодействие со средой

Аннотация. Цель статьи – изучить основные особенности устройства современных винодельческих комплексов, в частности, организацию технологической и общественной зоны в области взаимодействия с окружающей средой, сформулировать принципы влияния природного окружения на технологический процесс, планировку посетительской зоны и винодельческих предприятий в целом. Поднимается вопрос влияния климата, рельефа, озеленения, транспортной сети и других факторов на объемно-планировочную структуру данных объектов. На примере анализа современных виноделен рассматриваются основные тенденции в области проектирования и строительства такого рода комплексов.

Ключевые слова: винодельня; архитектура; технология; производство; винодельческий комплекс.

Проблема планировочной организации генеральных планов производственных комплексов заключается в недостаточно проработанных аспектах взаимодействия проектируемого предприятия с окружающей его природной средой и сложившейся застройкой участка. Зачастую данный вопрос рассматривается с утилитарной точки зрения, окружение не принимается во внимание, забыты вопросы ансамблевости промышленных комплексов, которые изучались в советское время: там придавалось значение восприятию производственных комплексов, роли силуэта в формировании городской застройки и другим характеристикам [4].

Данная работа будет рассматривать обозначенную проблему организации генеральных планов винодельческих предприятий, поскольку винодельни сильнее привязаны к местам выращивания сырья и к природной среде в целом; также в силу более развитой общественной зоны, предназначенной для посетителей, винодельни являются притягательными объектами для туристов, и поэтому для них особенно важна не только производственно-технологическая организация, но и вписывание в природную среду, что может их сделать более привлекательными и востребованными, а значит, и успешными. Будет рассмотрена соответствующая нормативная литература, а также проведен анализ аналогов, в частности, выявления современных тенденций в области проектирования винодельческих комплексов и для учета факторов окружающей среды при их разработке.

Следует уточнить, что статья рассматривает не крупные вино-водочные заводы и предприятия, а малые комплексы и винодельни, важные для развития торговой и туристической привлекательности и самобытности российских регионов. Тем не менее, нормы технологического

проектирования для предприятий ликеро-водочной промышленности дают определенные указания в отношении планировки генеральных планов: они должны подчиняться зонированию, рациональному использованию земельного ресурса, должны резервировать площади под будущее развитие всего комплекса, а также создавать за счет благоустройства площадки для спокойного и активного отдыха¹. Нормы проектирования заводов по розливу вин предписывают использование сетки колонн 18×12 или 24×12 м, а также высоту конструкций 6,0 м, которая может меняться в зависимости от используемого оборудования. Также указано требование к компактности и эффективности при формировании объемов производства: с целью достижения максимальной блокировки цехов рекомендуется располагать все производственные помещения и подсобно-вспомогательные службы в одном здании с учетом их технологических взаимосвязей и необходимости сокращения протяженности коммуникаций².

Анализ работ, посвященных планировке и организации винодельческих предприятий и винных заводов, подтверждает важность выбранной темы. Винодельни являются частью формирования туристических маршрутов. Особенно перспективно их дальнейшее развитие и включение в туристические кластеры в традиционно винодельческих южных регионах нашей страны – в Крыму, в Краснодарском крае [2; 5]. Это подчеркивает важность развития винодельческих комплексов не только как производств, но и как архитектурных объектов с заметным обликом, как достопримечательностей – при формировании их образа необходимо учитывать то, как винодельня вписана в рельеф, как она использует ландшафт. Данные предприятия могут рассматриваться в архитектурном отношении как ландшафтные объекты, например, могут вписываться в него незаметно там, где природная среда представляет большую ценность, или наоборот, противопоставляться ему там, где необходим знаковый объект, доминанта [3]. Также работы, изучающие архитектуру и создание образа виноделен, говорят о важности создания ландшафтно-паркового ансамбля, сбалансированной рекреационной среды при винодельне, предназначенной для посетителя, и о важности символизма и метафор – не буквальных образов, а опосредованных через знаковые ландшафтные объекты и малые архитектурные формы, что помогает создать уникальный и запоминающийся облик [1].

Таким образом, мы можем выделить следующие направления для работы с окружением, значимые при проектировании виноделен:

- использование озеленения;

¹ ВНТП-35-93 «Нормы технологического проектирования предприятий ликеро-водочной промышленности».

² ВНТП 04-94 «Нормы технологического проектирования заводов по розливу вин».

- использование света;
- использование ландшафта – вписывание или противопоставление ему;
- использование рельефа – создание вземленных, наземных, обводненных виноделен;
- использование исторической и культурной составляющей в существующей застройке для формирования облика.

Малые винодельческие предприятия имеют более простой функционал и используют упрощенные технологии производства, однако могут иметь более сложную и развитую общественную зону для посетителей, которая может включать в себя зону прибытия со стоянками транспорта и площадью перед входом, тропу с обзорным маршрутом по соседним виноградникам, гостиницу или гостевой дом, дегустационные, кафе или рестораны, помещения отдыха или ожидания, выставочные зоны.

В рамках анализа рассмотрим примеры виноделен, в формировании объемно-планировочной структуры и во внешнем облике которых проявились современные тенденции в области формирования винодельческих предприятий. Винодельня винной компании *Adega Menin*, расположенная в Гувиньясе (Португалия) построена в 2024 г. Она представляет собой пример бережного вписывания в ландшафт. Большая часть складских и производственных помещений расположены в склоне холма. На котором растут виноградники, или встроена в рельеф. Тем не менее, верхний свет позволяет обеспечить освещение. Открытые террасы верхнего уровня – выставочное общественное пространство, скрытые под землей цеха предназначены для хранения вина в бочках при надлежащих условиях (рис. 1). Для фасада выбран оттенок рыжих осенних листьев, сдержанные формы не отвлекают от восприятия окружения и природы¹.

Примером формирования искусственного рельефа, не разрушающего окружение, может служить винодельня в Альпаманте (Аргентина). Основная цель ее объемно-пространственной концепции – достижение единства с ландшафтом, диалога между естественным и сконструированным, поддержка небольшого, приближенного к человеку масштаба, цветового и текстурного комфортного для человека фона. В качестве покрытия кровли используется озеленение ее склонов, которые скрывают под своей поверхностью различные сектора винодельни (рис. 2 и 3). Озелененные склоны кровли также служат естественными трибунами для созерцания ландшафта и для зрителей возможных концертов на открытом

¹ *Adega Menin Wine Company* / Arnaldo + João Pimentel Barbosa // Archdaily. – URL: <https://www.archdaily.com/1023770/adega-menin-wine-company-arnaldo-plus-joao-pimentel-barbosa> (дата обращения: 01.02.2025).

воздухе с музыкантами. Сбор воды с кровли наполняет оросительный искусственный водоем у склонов¹.

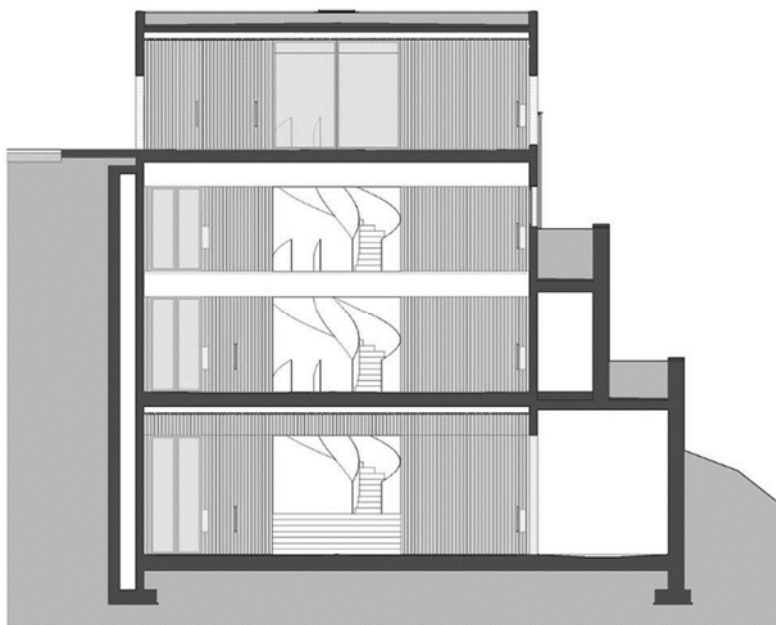


Рис. 1. Винодельня в Гувиньясе, поперечный разрез (Португалия)



Рис. 2. Винодельня Альпаманте, вид сбоку (Аргентина)

¹ *Alpamanta Winery* / Japaz Guerra Arquitectos // Archdaily. – URL: <https://www.archdaily.com/1012435/alpamanta-winery-japaz-guerra-arquitectos> (дата обращения: 01.02.2025).

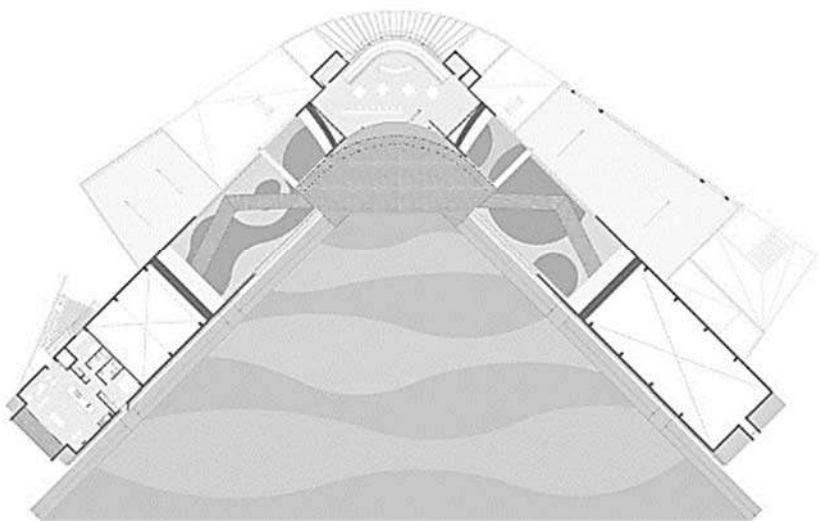


Рис. 3. Винодельня Альпаманте, план (Аргентина)

Взаимодействие винодельни с природной средой должно строиться на основе принципов поддержки ландшафта, использования озеленения, использования рельефа, а также включения природной среды в общественную зону, т.е. создание буферных пространств в виде террас, галерей, озелененных крыш зданий. Современные тенденции в области проектирования, которые можно выявить - это формирование и использование ландшафта, искусственного или природного, взаимопроникновение общественной и складской зон, использование природных цветов и материалов в отделке фасадов виноделен. Успешность подобного вида малых винодельческих предприятий зависит от его привлекательности, обеспечиваемой формированием уникального облика и созданием вариантов рекреационных зон – залов для дегустации, общественных зон и площадей, кафе, магазинов и других способов вовлечения посетителей.

Библиографический список

1. Барсукова Н. И., Жукова И. В. Ландшафтные концепции современных виноделен // Архитектон: известия вузов. – 2021. – № 1 (73). – С. 7.
2. Волкова Т. А., Комаров Д. А., Максимов Д. В. Современное состояние винного туризма и анализ туристической деятельности виноделен Краснодарского края // Успехи современного естествознания. – 2023. – № 8. – С. 30–42.

3. Жукова И. В., Барсукова Н. И. Концепция винодельни как уникального ландшафтного объекта // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 1 (139). – URL: <https://research-journal.org/archive/1-139-2024-january/10.23670/IRJ.2024.139.51> (дата обращения: 01.02.2025).

4. Ким Н. Н. Промышленная архитектура. – М.: Стройиздат, 1979. – 176 с.

5. Макушин М. А. Винный туризм в России: территориальные особенности развития // Современные инструменты, методы и технологии управления знаниями. – 2020. – № 3. – С. 6–14.

А. В. Тарасов

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Применение концепции желательности в пищевой промышленности

Аннотация. Приведен сравнительный анализ функций желательности Харрингтона (1965 г.), Дерринджера и Суича (1980 г.), наиболее часто применяемых в отечественной и зарубежной практике оптимизации соответственно. Приведены примеры использования функции желательности Харрингтона в оптимизации рецептурного состава пищевых продуктов, а также функции желательности Дерринджера и Суича – в оптимизации технологических процессов пищевых производств.

Ключевые слова: многокритериальный анализ решений; функция желательности; оптимизация рецептурного состава пищевого продукта; оптимизация технологического процесса; производство пищевой продукции.

Процессы оптимизации играют важную роль в развитии науки, техники и промышленности. В проектировании продукции или оценке эффективности предприятия очень часто необходимо учитывать множество конфликтующих требований с необходимостью выбора компромиссного варианта. В литературе по теории многоатрибутной полезности описано достаточно большое количество методов многокритериального принятия решений, одним из которых является подход с использованием функции желательности.

Первоначально концепция желательности была предложена Эдвином Харрингтоном-младшим в 1965 г. и с тех пор получила широкое развитие и применение. Эта концепция заключается в преобразовании откликов в частные функции желательности, которые затем объединяются в комбинированную желательность с использованием среднего геометрического. Обоснованием использования среднего геометрического (в отличие от среднего арифметического) является то, что если одна из желательностей отклика равна нулю (значение одной из переменных неприемлемо), то и значение общей желательности будет

равно нулю (продукт неприемлем). Значения общей желательности лежат в интервале от 0 до 1 и увеличиваются или уменьшаются по мере того, как комбинация свойств становится более благоприятной. Ключевое преимущество концепции желательности заключается в том, что отклики с различными единицами измерения и шкалами могут быть преобразованы в унифицированный масштабированный индекс. Конвертирование откликов в шкалу желательности может быть выполнено с привлечением простых или сложных алгоритмов, которые не предполагают или предполагают наличие у пользователя высокого уровня знаний по математике и статистике.

Различия между наиболее часто используемыми функциями желательности детализированы в табл. 1. Э. Харрингтон (1965 г.) предложил экспоненциальные функции для преобразования откликов в шкалу желательности с использованием односторонних или двусторонних ограничений. В случае односторонних ограничений классическая функция желательности Харрингтона максимизируется. Задача минимизации функции желательности хотя и не была решена Э. Харрингтоном, но она логически может быть рассмотрена как отклонение от единицы максимизированной функции. В случае двусторонних ограничений значения отклика масштабируются в пределах целевого интервала. Весовой коэффициент r принимает положительные значения, которые задаются аналитиком или лицом, принимающим решения, и определяет форму (крутизну) функции желательности. При $r < 1$, $r = 1$ и $r > 1$ функция желательности принимает выпуклую, прямолинейную и вогнутую форму, соответственно. Впоследствии выяснилось, что при всех своих достоинствах функция желательности Харрингтона неудобна при большом числе факторов и неприменима в случае, когда целью является достижение целевого значения между двумя допустимыми пределами. Последние ограничения были преодолены Д. Дерринджером и Р. Суичем (1980 г.), которые предложили разрывные функции для масштабирования откликов в шкалу желательности [6; 8].

Судя по количеству опубликованных работ [1; 2; 3; 4; 5, 9], в отечественной практике наибольшее распространение получил подход с использованием функции желательности Харрингтона, который в рамках пищевой промышленности применялся преимущественно для оптимизации рецептурного состава продуктов питания (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

Функции желательности Харрингтона, Дерринджера и Суича¹

	Харрингтон (1965 г.)	Дерринджер и Суич (1980 г.)
Максимум	$d_i = \exp(-\exp(-Y'_i))$ $Y'_i = a_0 + a_1 Y_i$ $Y_i \geq Y_{min} \text{ или } Y_i \leq Y_{max}$	$d_i = \begin{cases} 0, & Y_i < Y_{min} \\ \left(\frac{Y_i - Y_{min}}{Y_{max} - Y_{min}} \right)^r, & Y_{min} \leq Y_i \leq Y_{max} \\ 1, & Y_i > Y_{max} \end{cases}$
Минимум	$d_i = 1 - \exp(-\exp(-Y'_i))$ $Y'_i = a_0 + a_1 Y_i$ $Y_i \geq Y_{min} \text{ или } Y_i \leq Y_{max}$	$d_i = \begin{cases} 1, & Y_i < Y_{min} \\ \left(\frac{Y_{max} - Y_i}{Y_{max} - Y_{min}} \right)^r, & Y_{min} \leq Y_i \leq Y_{max} \\ 0, & Y_i > Y_{max} \end{cases}$
Целевое значение	$d_i = \exp(- Y'_i ^r)$ $Y'_i = \frac{2Y_i - (Y_{max} + Y_{min})}{Y_{max} - Y_{min}}$ $Y_{min} \leq Y_i \leq Y_{max}$	$d_i = \begin{cases} 0, & Y_i < Y_{min} \\ \left(\frac{Y_i - Y_{min}}{T_i - Y_{min}} \right)^r, & Y_{min} \leq Y_i < T_i \\ 1, & Y_i = T_i \\ \left(\frac{Y_i - Y_{max}}{T_i - Y_{max}} \right)^r, & T_i < Y_i \leq Y_{max} \\ 0, & Y_i > Y_{max} \end{cases}$

Примечание: d_i – частная функция желательности; Y_i – отклик; Y_{min} – нижний предел отклика; Y_{max} – верхний предел отклика; T_i – целевое значение отклика; Y'_i – производное значение отклика; r – весовой коэффициент; a_0 и a_1 – коэффициенты масштабирования.

Т а б л и ц а 2

**Применение функции желательности Харрингтона
в оптимизации рецептурного состава пищевых продуктов**

Пищевой продукт	Модулируемые параметры	Оптимизируемые параметры
Батончик типа пралине [2]	Массовые доли карамельного порошкообразного полуфабриката и жмыха из амаранта	Пластическая прочность, удельное усилие резания, эффективная вязкость, антиоксидантная активность, биологическая ценность
Творог обезжиренный со свежими ягодами [9]	Массовые доли обезжиренного творога и свежих ягод (брусники, черники, голубики, клюквы и черной смородины)	Индексы сбалансированного состояния макронутриентного состава, витаминного состава, минерального состава, аминокислотного состава, жирнокислотного состава и энергетической ценности

¹ Составлено по: [6; 8].

Пищевой продукт	Модулируемые параметры	Оптимизируемые параметры
Мини-зефир (маршмеллоу) [5]	Массовая доля гуммиарабика	Плотность, относительная упругость, содержание пищевых волокон, массовые доли сухих веществ в сахаро-паточно-инвертном сиропе и мини-зефире
Напиток сыровоточный функциональный [1]	Массовая доля экстракта куркумы	Антиоксидантная активность, содержание витамина С и титруемая кислотность
Бисквитный полуфабрикат [4]	Массовые доли сахара, муки из белозерной ржи и муки ржаной обдирной	Цвет мякиша, индекс деформации, энергетическая ценность, пенообразующая способность, массовые доли влаги, сахара и золы
Купажи растительных масел [3]	Массовые доли растительных масел из подсолнечника, рапса, расторопши и рыжика	Содержание $\omega 3$ -, $\omega 6$ - и $\omega 9$ -ненасыщенных жирных кислот

В зарубежной практике наибольшее распространение получил подход с использованием функции желательности Дерринджера и Суича, который применялся в оптимизации технологических процессов пищевых производств, таких как осмотическая дегидратация, конвективная сушка, пастеризация, обжарка, экструзия и экстракция биологически активных соединений [7; 10].

Библиографический список

1. Заворохина Н. В., Богомазова Ю. И., Тарасов А. В. Применение обобщенной функции желательности Харрингтона для моделирования состава напитков геропротекторной направленности // Пищевая промышленность. – 2018. – № 8. – С. 70–74.
2. Использование функции Харрингтона для оптимизации рецептурного состава батончиков типа пралине / Г. О. Магомедов, А. А. Журавлев, Т. А. Шевякова, Д. В. Седых // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2014. – № 2 (60). – С. 99–103.
3. Клейменова Н. Л. Разработка купажей растительных масел для здорового питания // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2021. – Т. 83, № 1 (87). – С. 187–191.
4. Оптимизация рецептуры бисквитного полуфабриката / Е. А. Маринина, М. К. Садыгова, Т. В. Кириллова, И. Ю. Каневская // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 44–51.
5. Оптимизация рецептуры зефира на желатине функционального назначения / Г. О. Магомедов, А. А. Журавлев, И. В. Плотникова, Т. А. Шевякова //

Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2015. – № 1 (63). – С. 126–129.

6. Aziz N. A., Awanis N., Noraziman S. N. Modified desirability function for optimization of multiple responses // Journal of Mathematics and Computing Science. – 2018. – Vol. 1, no. 1. – P. 39–54.

7. Boateng I. D. Application of graphical optimization, desirability, and multiple response functions in the extraction of food bioactive compounds // Food Engineering Reviews. – 2023. – Vol. 15. – P. 309–328.

8. Govaerts B., Le Bailly de Tilleghe C. Uncertainty propagation in multiresponse optimization using a desirability index // IAP Statistics Network. – 2005. – Art. 0556.

9. Musina O. N., Lisin P. A. An approach to the choice of alternatives of the optimized formulations // Foods and Raw Materials. – 2015. – Vol. 3, no. 2. – P. 65–73.

10. Towards a holistic approach for multi-objective optimization of food processes: A critical review / M. Madoumier, G. Trystram, P. Sebastian, A. Collignan // Trends in Food Science and Technology. – 2019. – Vol. 86. – P. 1–15.

И. С. Брашко, А. А. Партина

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Анализ технологии и оборудования глубокой заморозки полуфабрикатов (часть 1)

Аннотация Рассмотрены актуальные вопросы технологии и производства полуфабрикатов с начинкой с применением глубокой заморозки. Выявлена тенденция использования быстрозамороженных кондитерских изделий и определены преимущества их использования для расширения ассортимента продукции, снижения затрат на производство продуктов, уменьшения расходов на закупку сырья и логистических операций по доставке готовой продукции.

Ключевые слова: аналитический обзор; тесто; глубокая заморозка; полуфабрикат.

Полуфабрикаты с начинкой занимают наибольшую долю рынка, в связи с чем необходимо расширять и обновлять их ассортимент, при этом учитывать высокие требования к качеству данной продукции и рентабельность производства изделий из теста с начинкой.

Классическая технология изготовления полуфабрикатов из теста с начинками состоит из ряда взаимосвязанных этапов [2]. На первом этапе замешивается бездрожжевое тесто с содержанием жиров 5 % или больше и сахара 8% или больше от массы муки с дальнейшим выдерживанием замешанного теста при температуре 40 ± 5 °С в течение 40–70 мин для полного брожения.

На втором этапе производится формование теста в зависимости от типа изделия и добавление начинки с учетом их стабильности при заморозке. В быстрозамороженных полуфабрикатах используются различные типы начинок, которые можно условно разделить на несколько категорий, которые представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Начинки, применяемые в быстрозамороженных полуфабрикатах

Тип начинки	Характеристика
Фруктово-ягодные	Гомогенные и гетерогенные начинки с кусочками фруктов и ягод, термостабильные и не вытекающие при разморозке и выпечке
Кремовые	Сохраняющие консистенцию и аромат при заморозке и разморозке
Вареная сгущенка	Используется как отдельная начинка или в составе кремовых начинок
Мясные	Фарш из говядины, свинины или мяса птицы, часто с добавлением лука, специй
Овощные	Капуста, картофель, лук, которые могут использоваться как в чистом виде, так и в комбинации с мясом
Сырные и грибные	Начинки для зраз и других соленых изделий, включающие сыр, грибы, зелень и майонез
Комбинированные	Фруктово-ягодные с орехами или семенами либо ягодно-овощные

На третьем этапе применяется замораживание при помощи шоковой заморозки быстрым охлаждением до $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ от 45 мин до 3 ч для сохранения текстуры и структуры теста. Температура от -35 до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ с циркуляцией воздуха обеспечит оптимальную кинетику промерзания теста. Полуфабрикаты хранятся при температуре $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ для предотвращения порчи.

При разморозке полуфабрикат разогревается до температуры в центре изделия $0\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ перед выпечкой. Выпечка изделий производится в печи при $190\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зависимости от типа продукта.

Принцип шоковой заморозки полуфабрикатов из теста с начинкой заключается в быстром снижении температуры теста для улучшения сохранности и поддержания качества. Этот процесс имеет решающее значение для продления срока хранения и обеспечения безопасности продукции.

Вакуумное охлаждение предполагает охлаждение изделий из теста с 90 до $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ с помощью вакуумного испарения, которое удаляет влагу и сокращает время охлаждения на 6–10 мин. Охлаждение также можно

обеспечить, нанеся слой сухого льда на поверхность теста во время обработки, что позволяет затвердеть тесту, не замораживая его.

Этот процесс предполагает быстрое снижение температуры изделий из теста для сохранения их качества, текстуры и функциональности. Применение воздушного охлаждения для конкретных видов теста и начинок требует учета таких факторов, как состав теста, свойства начинки и условия замораживания.

Процесс шоковой заморозки предполагает быстрое снижение температуры изделий из теста для сохранения их качества, текстуры и функциональности. Применение воздушного охлаждения для конкретных видов теста и начинок требует тщательного рассмотрения таких факторов, как состав теста, свойства начинки и условия замораживания. Подробнее эти факторы рассмотрены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Факторы, влияющие на охлаждение тестовых полуфабрикатов¹

Вид теста	Факторы
Дрожжевое тесто с начинкой	Добавление сухого пшеничного глютена в дрожжевое тесто улучшает его качество при заморозке и разогреве. Оптимальное количество добавляемого глютена имеет решающее значение. Исследования показывают, что для сохранения целостности теста и его органолептических свойств рекомендуется заменять не более 4 % массы муки глютеном. Кроме того, использование водорослей, например, ламинария и фукус, в качестве влагоудерживающих агентов в начинке улучшает вкус и стабильность при хранении
Заквашенное и пропаренное тесто	Предварительно ферментированное в течение 30 мин и частично пропаренное в течение 15 мин тесто демонстрирует превосходные органолептические свойства при хранении в замороженном виде. Вызванная замораживанием деполимеризация белка клейковины менее выражена в частично пропаренном тесте, что объясняется стабильными макросвязками глютеина и глиадина, образующимися во время предварительного пропаривания
Оболочки для пельменей	Оболочки из замороженного теста с использованием пептидов нута в качестве криопротекторов препятствуют перекристаллизации льда и улучшают микроструктуру теста, что приводит к снижению скорости растрескивания и повышению прочности и растяжимости оболочек. Также вакуумное перемешивание улучшает качество оболочек, снижая подвижность влаги и формируя более однородную структуру теста

¹ Составлено по: [3; 4; 5; 6].

Исходя из проведенного анализа следует, что основными трендами в пищевой промышленности при разработке и совершенствовании технологий замороженных хлебобулочных, кулинарных и кондитерских изделий. Применение быстрозамороженных полуфабрикатов имеет ряд преимуществ, к ним относятся, увеличение ассортимента продукции, сокращение затрат времени на изготовление продукта, снижение затрат на закупку сырья и логистические цепочки поставок. Все это является драйвером для развития и организации сети пекарен с минимальным набором оборудования.

В пищевой промышленности используются различные технологические принципы при производстве тестовых полуфабрикатов, которые будут подвергнуты замораживанию [1]. На основе проведенного анализа в работе следует выделить ключевые, к ним относятся, производство замороженных несформованных тестовых заготовок для продажи и использования в домашних условиях. Производство замороженных тестовых полуфабрикатов, которым в последующем требуется операция расстойки, они могут использоваться как в домашних условиях, так и в общественного питания. Производство замороженных частично выпеченных полуфабрикатов, характеризующиеся высокой степенью готовности.

Библиографический список

1. Ахметалина Д. Д., Берестова А. В. Анализ технологии производства быстрозамороженных кондитерских полуфабрикатов // Перспективы развития пищевой и химической промышленности в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф., приуроч. к 45-летию факультета прикладной биотехнологии и инженерии Оренбургского государственного университета (Оренбург, 24–25 октября 2019 г.). – Оренбург: ОГУ, 2019. – С. 11–13.
2. Ивлева О. Е., Дуденко Г. А. Совершенствование технологии производства изделий из слоеного теста // Аграрный вестник Приморья. – 2020. – № 3 (19). – С. 67–70.
3. *Chickpea* peptide as a plant-based cryoprotectant in frozen dough: insight into the water states, gluten structures, and storage stabilities / X. Zhu, Y. Chen, N. Zhang et al. // LWT. – 2024. – Vol. 200. – Art. 116172.
4. *Development* of technology of frozen semi-finished products from yeast dough with stuffing / Г. В. Новік, В. Г. Применко, А. М. Савченко, Ю. Є. Артеменк // Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. – 2022. – №. 31. – С. 107–116.
5. *Effects* of vacuum degree on the water status, physicochemical properties and microstructure of fast frozen dumpling wrappers / X. Liu, S. Zhao, Q. Wei et al. // International Journal of Food Science and Technology. – 2019. – Vol. 54, No. 6. – P. 2075–2083.
6. *Impact* of different frozen dough technology on the quality and gluten structure of steamed buns / B. Yang, Y. Zhang, J. Yuan et al. // Foods. – 2022. – Vol. 11, No. 23. – Art. 3833.

Анализ технологии и оборудования глубокой заморозки полуфабрикатов (часть 2)

Аннотация Рассмотрены вопросы технологии и методы глубокой заморозки, используемые в пищевой промышленности для сохранения органолептических и физико-химических свойств тестовых полуфабрикатов с начинкой. Сделан вывод, что данные методы заморозки обеспечивают значительные преимущества, сохраняя качество продуктов, предотвращая образование льда, который ведет к повреждению клеток и порче продукции, способствуя сохранению питательных веществ и вкусовых качеств.

Ключевые слова: полуфабрикат; метод замораживания продуктов; технологический процесс.

Исследования в области разработки рецептов и технологий быстрозамороженных тестовых полуфабрикатов с начинками сосредоточены на оптимизации состава, методов заморозки и восстановления продукта [1], а также использовании ингредиентов животного и растительного вторичного сырья, что снижает воздействие на окружающую среду. Кроме того, развитие технологий замораживания и переработки повышает эффективность использования ресурсов и снижает энергопотребление [3].

Рассматриваются вопросы повышения качества полуфабрикатов из теста с начинкой [2] и доказано, что наиболее оптимальными параметрами и режимами заморозки полуфабрикатов из теста с начинкой весом 18 г и температурой в толще готовой продукции -10°C будут следующие: температура внутри продукта должна быть -28°C ; оптимальное время прохождения полуфабриката по спиральному скороморозильному аппарату составит 60 мин. При этом вареники не слипаются, остаются рассыпчатыми, тесто не трескается, начинка не вытекает, форма не деформируется.

Оптимизация температур и процессов замораживания имеет решающее значение для поддержания качества быстрозамороженных продуктов. Исследования показали, что замораживание при -32 и -36°C , минимизирует повреждение структуры белков, что позволяет улучшить органолептические свойства продукта [3].

Использование технологий шокового и глубокого замораживания обеспечивает сохранение пищевой и биологической ценности, как плодово-ягодных наполнителей, так и для мясных используемых в полуфабрикатах [7].

Замораживание с помощью электростатического поля стало новой технологией для улучшения качества замороженного теста. Этот метод

позволяет уменьшить размер кристаллов льда и минимизировать структурные повреждения теста, что приводит к улучшению текстуры и эластичности [8]. Технология также повышает эффективность замораживания, что делает ее перспективным решением для крупномасштабного производства.

Применение льдорегулирующих материалов, таких как белки-антифризы и природные эвтектические растворители, произвело революцию в процессе замораживания. Эти материалы регулируют зарождение и рекристаллизацию льда, предотвращая образование крупных кристаллов льда, которые могут повредить структуру продуктов [11]. Замороженные продукты сохраняют свое качество и текстуру при хранении и транспортировке.

Обработка под высоким давлением и криогенное разрушение используются для создания белковых снеков нового поколения. Эти технологии улучшают усвояемость белков и фитоконпонентов, делая их более доступными для потребителей с особыми диетическими требованиями [5]. Получаемые продукты богаты полноценными белками и биологически активными веществами, удовлетворяя растущий спрос на функциональные продукты питания.

В настоящее время изучаются новые технологии заморозки, такие как замораживание под высоким давлением, замораживание с помощью ультразвука и осмодегидрозамораживание, для улучшения нуклеации льда и распределения кристаллов, что крайне важно для поддержания качества продукта во время хранения [6].

Нетермические технологии, такие как высокое гидростатическое давление и импульсные электрические поля, используются для улучшения сохранности пищевых продуктов без ущерба для питательных и сенсорных характеристик [6].

Влияние этих технологических нововведений на пищевую промышленность значительно, поскольку они позволяют повысить качество продуктов, продлить срок хранения. Однако интеграция этих технологий и ингредиентов должна тщательно контролироваться, чтобы обеспечить экономическую эффективность и масштабируемость производства. Поскольку отрасль продолжает развиваться, текущие исследования и разработки будут иметь важное значение для решения проблем, связанных с признанием потребителями и соблюдением нормативных требований.

Исходя из рассмотренного выше следует, что достижения в области технологий шоковой заморозки имеют решающее значение для повышения безопасности и качества продуктов питания в пищевой промышленности. Эти инновации направлены на минимизацию роста мик-

роорганизмов, сохранение вкусовых качеств и продление срока хранения, тем самым удовлетворяя потребности потребителей в свежих и безопасных продуктах.

Современные методы замораживания, описанные выше, представлены в таблице.

Современные методы замораживания полуфабрикатов с начинками

Метод	Характеристика
Замораживание под высоким давлением	Способствует образованию кристаллов льда, что приводит к улучшению микроструктуры и снижению потерь при размораживании замороженных продуктов
Замораживание с помощью ультразвука	Способствует равномерному распределению кристаллов льда, что помогает сохранить качество мышечной ткани
Замораживание с помощью электрического тока (прямого и переменного)	Оптимизирует эффективность замораживания и качество продуктов за счет влияния на образование кристаллов льда

Условия замораживания, в том числе температура и скорость воздушного потока, существенно влияют на качество замороженного теста. Более высокая скорость замораживания приводит к более высокой растяжимости и меньшему повреждению микроструктуры теста, но может снизить активность дрожжей. Было установлено, что умеренная скорость воздушного потока, например 3 м/с, оптимизирует общее количество выделяемого газа и высоту теста, что приводит к улучшению текстуры.

Добавление криопротекторов, таких как пептиды нута, гидролизат мышечной ткани серебряного карпа и гидроколлоиды, такие как камедь трагакантовая и камедь салепа, улучшает устойчивость теста к замораживанию и оттаиванию. Эти добавки снижают содержание воды, способной к замерзанию, препятствуют росту кристаллов льда и сохраняют структуру клейковины, тем самым повышая качество конечного продукта [4].

Добавление сычужного фермента замедляет порчу замороженного теста во время хранения, ограничивая превращение связанной воды в воду, способную к замерзанию, и препятствуя миграции влаги. Это приводит к улучшению свойств брожения и текстурных характеристик [12].

Такие методы заморозки обеспечивают значительные преимущества в повышении безопасности и качества пищевых продуктов, устраняя распространенные проблемы, связанные с традиционными методами заморозки. Обработка под высоким давлением и импульсными

электрическими полями, эффективно инактивируют патогены, сохраняя при этом качество продуктов [9]. Изохорная заморозка предотвращает образование льда, который может привести к повреждению клеток и порче, тем самым продлевая срок хранения [10]. Также применение рассмотренных технологий позволяет сохранить необходимые питательные вещества и вкусовые качества лучше, чем при традиционном замораживании, которое часто приводит к изменению текстуры.

Библиографический список

1. *Большов С. А.* Анализ рынка полуфабрикатов // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Йошкар-Ола, 23–24 марта 2023 г.). – Йошкар-Ола: МарГУ, 2023. – Вып. XXV. – С. 268–270.
2. *Ганенко С. В., Силков С. И., Москалева Е. М.* Исследование влияния различных режимов заморозки полуфабрикатов из теста с начинкой на качественные показатели готового продукта // Актуальные вопросы агроинженерных наук в сфере технического сервиса машин, оборудования и безопасности жизнедеятельности: теория и практика: материалы Нац. науч. конф. Института агроинженерии (Челябинск, 25–28 февраля 2020 г.). – Челябинск: ЮУрГАУ, 2020. – С. 72–76.
3. *Changes in the quality and protein structure of steamed bread under different quick-frozen temperatures* / J. Zeng, Q. Shi, K. Liang et al. // *Cereal Chemistry*. – 2023. – Vol. 100, no. 5. – P. 1071–1079.
4. *Cryoprotective effects of silver carp muscle hydrolysate on frozen dough subjected to multiple freeze–thaw cycles and their underlying mechanisms* / M. Cui, H. Liu, Y. Liu et al. // *Journal of food measurement and characterization*. – 2021. – Vol. 15, no. 6. – P. 5507–5514.
5. *Development of a method for producing new generation of protein snacks using the processes of cryo and mechanical destruction* / V. Pogarskaya, O. Yurieva, A. Pogarskiy et al. // *EUREKA: Life Sciences*. – 2021. – No. 3. – P. 46–52.
6. *Emerging techniques for assisting and accelerating food freezing processes: A review of recent research progresses* / L. Cheng, D.-W. Sun, Z. Zhu, Z. Zhang // *Critical reviews in food science and nutrition*. – 2017. – Vol. 57, no. 4. – P. 769–781.
7. *Guseynova B. M., Asabutaev I. H., Daudova T. I.* Development and quality evaluation of quick-frozen fruit-and-berry desserts // *Food Processing Techniques and Technology*. – 2022. – Vol. 52 (2). – P. 271–281.
8. *Improvement in the quality of frozen dough for fried flour products by electrostatic field-assisted freezing* / Y. Liu, M. Zhang, Q. Jiang et al. // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2024. – Vol. 104, no. 2. – P. 620–628.
9. *Innovative and sustainable food preservation techniques: Enhancing food quality, safety, and environmental sustainability* / H. M. Lisboa, M. B. Pasquali, A. I. dos Anjos et al. // *Sustainability*. – 2024. – Vol. 16, no. 18. – Art. 8223.
10. *Kumari A., Chauhan A. K., Tyagi P.* Isochoric freezing: An innovative and emerging technology for retention of food quality characteristics // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2022. – Vol. 46, no. 8. – Art. 16704.

11. Sun L., Zhu Z., Sun D. W. Regulating ice formation for enhancing frozen food quality: Materials, mechanisms and challenges // Trends in Food Science & Technology. – 2023. – Vol. 139. – Art. 104116.

12. Zhao B., Hou L., Liu T. Insight into curdlan alleviating quality deterioration of frozen dough during storage: Fermentation properties, water state and gluten structure // Food Chemistry: X. – 2023. – Vol. 19. – Art. 100832.

А. В. Арисов, Е. П. Абатунова, А. А. Арисова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Рекомендации по профилактике заболеваний с применением математической обработки данных

Аннотация. Потребность организма в пищевых веществах является одним из критериев разработки рациона питания. При разработке лечебно-профилактического рациона следует увеличивать количество нутриентов, оказывающих лечебное или профилактическое действие на соответствующие заболевания. Различные программы для ЭВМ автоматизируют и оптимизируют этот процесс. Предложено разработать программу по составлению карты профилактических продуктов. Программа будет основываться на математической обработке базы данных по содержанию лечебных и профилактических веществ в продуктах (с учетом содержания в 1 порции блюд) для формирования списка продуктов, ранжированных по рекомендации к включению в блюда.

Ключевые слова: рацион питания; лечебно-профилактическое питание; пищевые продукты; витамины; минеральные вещества; математическая обработка.

Текущий научно-технический прогресс позволяет поддерживать здоровое состояние организма не только за счет правильного питания, а также за счет модуляции рецептурных компонентов, которые содержат вещества, оказывающие профилактическое или лечебное воздействие на организм. С ростом ассортимента такой продукции и информативностью населения повышается заинтересованность и спрос на функциональные продукты питания. Медицинские исследования позволяют определить предрасположенность человека к различным заболеваниям, а лечебно-профилактический рацион питания в свою очередь может помочь защититься от появления симптомов болезней или оттянуть появление хронических заболеваний.

Правильное питание способно помочь организму с различными заболеваниями, не связанными напрямую с рационом человека, а, например, приходящие с возрастом или связанные с жизнедеятельностью. Исследования показывают, что определенные нутриенты, такие как витамины, минералы, антиоксиданты и полиненасыщенные жирные

кислоты, могут оказывать положительное влияние на когнитивное здоровье. Например, омега-3 жирные кислоты, содержащиеся в рыбьем жире и некоторых семенах, обладают нейропротекторными свойствами, способствуя улучшению психического состояния и снижению уровней воспалительных процессов в организме. К тому же, соблюдение диеты, богатой антоцианами и антиоксидантами, таких как те, что содержатся в ягодах, может замедлять возрастные изменения в мозге, повышая когнитивные функции¹.

Поэтому составление персонализированного рациона питания, отвечающего требованиям по состоянию здоровья человека, а также учитывающего профилактическое действие на организм для предупреждения заболеваний, является трудоемким процессом. Не смотря существование большого ассортимента готовых рационов питания с разными направленностями, все равно продолжают исследования по оптимизации процессов разработки лечебно-профилактического питания с заданными индивидуальными требованиями. Инструментами (а также объектами исследования) в этом научным направлении выступают программы для ЭВМ. Одни ученые разрабатывают новые программы, которые либо охватывают больший спектр данных, либо наоборот являются более точными и простыми в узкой специализации. Другие ученые используют эти программы для построения рациона питания и его анализа для оптимизации по требованиям организма, или для поиска точек модернизации [4; 5].

В рамках данного научного направления предложено разработать программу по составлению карты профилактических продуктов. Результатом работы данной программы будет не готовый рацион питания, а набор пищевых продуктов, ранжированный по степени рекомендации включения в блюда, основываясь на наборе пищевых веществ, оказывающих профилактическое или лечебное действие на определенное заболевание или группу заболеваний. Программа будет состоять из 3 последовательных модулей:

- 1) база продуктов;
- 2) математическая обработка;
- 3) таблица рекомендации.

В качестве исходных данных для составления базы продуктов выступит химический состав продуктов, а также ориентировочное содержание продуктов в усредненных порциях блюд.

¹Питание – важнейший фактор в профилактике деменции // Центр общественного здоровья и медицинской профилактики. – URL: <https://profilaktika.ru/for-population/profilaktika-zabolevaniy/dementsiya/pitanie-faktor-v-profilaktike-dementsii/> (дата обращения 15.01.2025). См. также: [2; 3].

Для возможности корреляции значений разных нутриентов их показатели сравнивали с максимальным и минимальным значениями и переводили проценты по формуле [1]:

$$A = \frac{(X_{\max} - X) \cdot 100}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (1)$$

где A – процентный показатель значения в ячейке относительно максимального и минимального значений среди всех ячеек в таблице, %; X – рассматриваемое значение ячейки в таблице; $X_{\max}$, $X_{\min}$ – максимальное и минимальное значение среди всех ячеек в таблице соответственно.

Для расчета рекомендации частоты использования блюд, содержащих рассматриваемые продукты (или продукты как самостоятельные блюда), учитывали коэффициенты весомости нутриентов, усредненную долю продукта в блюдах:

$$P = \frac{A \times Y}{100} \times K, \quad (2)$$

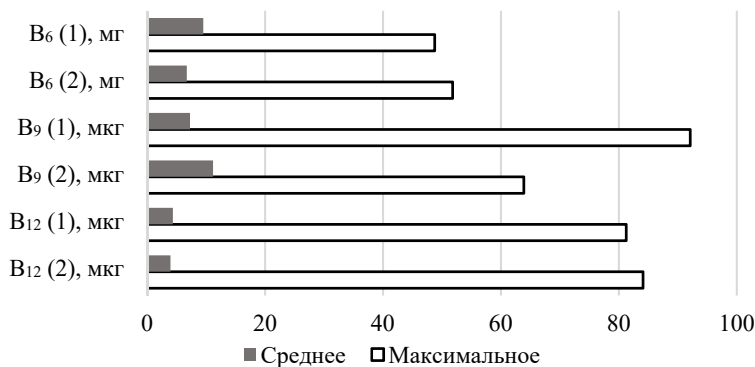
где P – рекомендация продукта по рассматриваемому нутриенту, %; Y – условная доля в 1 порции блюд, %; K – коэффициент весомости нутриента.

Для получения итогового значения рекомендации рассматривали среднее значение рекомендации продукта по нутриентам с учетом коэффициента уникальности – насколько редко встречается большое содержание нутриента среди списка продуктов и наличие большого количества этого нутриента в продукте:

$$Z = \frac{\sum P}{n} + Q, \quad (3)$$

где Z – итоговая рекомендация включения в рацион питания, %; n – количество рассматриваемых нутриентов; Q – коэффициент уникальности, %.

Коэффициент уникальности показывает, насколько редко рассматриваемый нутриент встречается в списке продуктов с большим содержанием нутриентов для лечения или профилактики конкретного заболевания. Например, для витаминов B_6 , B_9 и B_{12} схожие показатели по среднему значению и разные по максимальному среди списка продуктов для профилактики деменции и для профилактики диабета (см. рисунок).



Доля профилактических пищевых веществ в рассматриваемых продуктах
(1 – продукты для профилактики деменции;
2 – продукты для профилактики диабета)

Продукты в полученном списке являются рекомендованными для включения в блюда лечебно-профилактического рациона. При этом ранжирование покажет, на каких продуктах следует сделать акцент, и какие продукты окажут только корректирующее влияние. Использование предложенной программы позволит расширить ассортимент продуктов и блюд, используемых при составлении рационов питания, а также позволит упростить процесс разработки меню на несколько дней с учетом требований нормативной документации.

Библиографический список

1. Арисов А. В. Разработка блюд и рациона питания детей школьного возраста с использованием продуктов из пророщенного зерна: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / Александр Валерьевич Арисов. – Екатеринбург, 2021. – 150 с.
2. Абатурова Е. П., Арисов А. В. Питание для профилактики симптомов деменции // Пищевые здоровьесберегающие технологии: сб. тез. II Междунар. симпозиума, посвящ. 50-летию КемГУ (Кемерово, 2–3 ноября 2023 г.). – Кемерово: КемГУ, 2023. – С. 5–8.
3. Влияние питания и эпигенетики на развитие нейродегенеративных заболеваний у людей пожилого и старческого возраста / С. В. Булгакова, Д. П. Курмаев, Е. В. Тренева и др. // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2024. – № 8. – С. 89–95.
4. Граценков Д. В., Дубенко С. Э., Чугунова О. В. Применение методов математического моделирования при разработке рационов заданной пищевой ценности // Индустрия питания. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 84–91.
5. Практическое обоснование проектирования структуры базы данных пищевой продукции / М. А. Лось, М. С. Куракин, Н. И. Давыденко, В. А. Люц // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2025. – Т. 14, № 1 (69). – С. 68–78.

Секция 6. Рациональное использование вторичных сырьевых ресурсов и обеспечение решений экологических проблем

М. Н. Школьников¹, Л. А. Солодухина²

¹Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург;

²Бийский технологический институт (филиал) Алтайского государственного
технического университета им. И. И. Ползунова, г. Бийск, Алтайский край

Анализ биологических методов утилизации сточных вод винодельческих предприятий

Аннотация. В статье описаны методы биологической очистки сточных вод предприятий первичного виноделия. Приведены данные по составу сточных вод виноделия, в том числе охарактеризован показатель содержания органических веществ в воде по степени их разлагаемости. Охарактеризованы основные методы аэробной и анаэробной биологической очистки, их преимущества и недостатки. Показано, что наиболее эффективным является использование анаэробных реакторов.

Ключевые слова: сточные воды; виноделие; биологическая очистка; аэробная; анаэробная; эффективность.

Винодельческая промышленность, являясь одной из приоритетных в экономике России, за последние 10 лет продемонстрировала существенный рост объемов производства виноградного вина – с 51,2 млн дал в 2016 г. до 61,6 млн дал в 2024 г.¹ Стоит отметить, что по данным опроса, проведенного *Simple Group*, более половины опрошенных россиян (56 %) уверены в хорошем качестве произведенных в России виноградных вин и 62 % респондентов считают, что отечественные вина могут конкурировать и импортными. Данный факт подтверждается объемом продаж в 2023 г.: произведенные на территории РФ вина занимают третье место (по сети *Simple Wine*) после итальянских и французских².

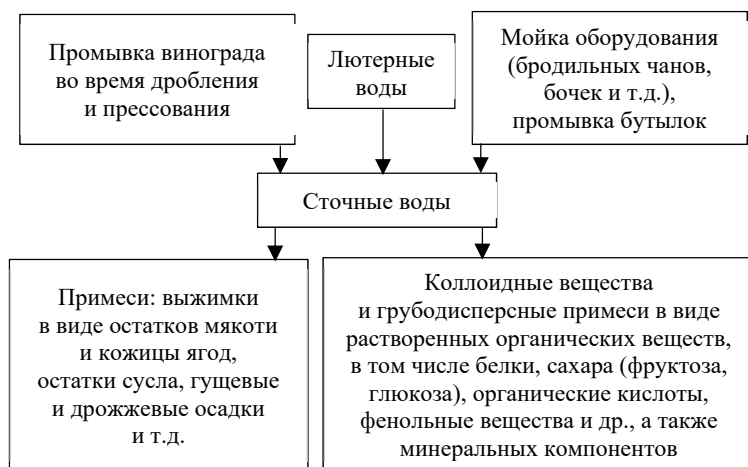
¹ Карабун Т. Россия обладает огромными перспективами роста винного рынка // Рос-сийская газета. – 2024. – 17 апреля. – URL: <https://rg.ru/2024/04/17/rossiya-obladat-ogromnymi-perspektivami-rosta-vinnogo-rynka.html> (дата обращения: 28.02.2025). См. также: [1].

² В первом квартале 2024 года в РФ выросло производство винодельческой продукции // Центр Агроаналитики. – URL: <https://specagro.ru/news/202405/v-pervom-kvartale-2024-goda-v-rf-vyroslo-proizvodstvo-vinodelcheskoy-produkcii> (дата обращения: 28.02.2025).

Основные регионы виноделия расположены на юге России в Крыму, Краснодарском и Ставропольском краях, Дагестане, где под виноградниками занято около 80 % от площади виноградников страны [6].

Общеизвестно, что при производстве вина из винограда образуется порядка 20 % вторичного сырья и отходов, в подавляющем большинстве – сточные воды, ведь по расходу воды на единицу продукции виноделия лидирует среди отраслей пищевой промышленности, в связи с чем проблема очистки, обеззараживания и утилизации сточных вод предприятий особенно актуальна. Что обусловило цель данного исследования – охарактеризовать биологические способы очистки сточных вод винодельческих предприятий.

Источники образования и состав сточных вод приведены на рисунке и в табл. 1.



Сточные воды предприятий первичного виноделия

Т а б л и ц а 1

Состав сточных вод винодельческих предприятий¹

№ п/п	Показатель	Значение
1	Активная кислотность, ед. рН	6,0–7,5
2	ХПК, гО ₂ /л, в том числе:	6,4–9,1 (до 20,0)
	легко биоразлагаемый, %	71,4–85,0
	инертный растворимый, %	1,2–12,4
	медленно биоразлагаемый, %	2,9–9,4
	инертный твердый, %	5,0–13,3

¹ Составлено по: [2; 7].

№ п/п	Показатель	Значение
3	БПК-5, гО ₂ /л	4,3–5,6 (до 15,0)
4	Взвешенные вещества, мг/л	800,0–1000,0
5	Азотистые соединения, мг/л	3,5–26,0
6	Сульфаты, мг/л	40,0–250,0
7	Хлориды, мг/л	10,0–250,0

Что обуславливает возможность использования физических (в том числе механическая очистка), химических (использование коагулянтов) и биологических методов очистки. Нельзя не отметить, что применение весьма затратных физических и химических методов не гарантирует должную очистку сточных вод, поэтому в современных условиях все чаще используются биологические методы как менее затратные, экологичные и эффективные, так как удаляется порядка 90–95 % ХПК [4].

При этом, осуществляемая в аэротенках, биопрудах и биофильтрах очистка аэробными микроорганизмами получила широкое распространение во всем мире. Так, известен зарубежный опыт очистки сточных вод небольших виноделен совместно с муниципальными сточными водами в биопрудах с активным илом [9].

Несмотря на популярность, аэробным процессам очистки присущи недостатки, основные из которых: во-первых, высокие энергозатраты на аэрацию; во-вторых, операции по обработке и утилизации больших объемов образующейся биомассы (избыточного ила), в том числе добавление азота и фосфора для роста микроорганизмов, случайные явления его набухания и осаждаемости; снижение фильтруемости из-за загрязнения мембраны и др. [2; 7].

В связи с чем альтернативой перечисленным методам является очистка сточных вод в среде без кислорода – анаэробная, основное преимущество которой в том, что лишь 10 % органических соединений превращаются в биомассу, тогда как 90 % переводятся в продукты метаболизма. Данный факт позволяет говорить как об эффективности, так и перспективности использования анаэробных методов очистки сточной воды в пищевой промышленности вообще, и в винодельческой в частности [5].

Далее рассмотрим основные анаэробные процессы с использованием взвешенной биомассы, применяемые в очистке сточных вод винодельческих предприятий (табл. 2).

Достоинства и недостатки основные анаэробных технологий очистки сточных вод винодельческих предприятий¹

Достоинства	Недостатки
Анаэробные реакторы	
Повышение производства метана в случае совместного сбраживания с отходами активированного ила. Низкая стоимость. Производство биогаза и рекуперация энергии. Оптимизация продолжительности цикла за счет автоматизации. Низкое производство избыточного ила	Для оптимизации необходим онлайн-мониторинг и моделирование
Анаэробные биопленочные системы с использованием гранул	
Высокая активность гранулированного ила. Хорошая осаждаемость. Низкое образование ила	Иногда происходит накопление плавающей пены. Предварительная очистка требует аэробной последующей очистки сточных вод. Концентрация ХПК 100 мг/л
Анаэробные фильтры	
Длительное время удержания твердых частиц. Высокая скорость удаления на единицу объема реактора и при низком ХПК. Низкое образование шлама	Проблемы засорения или образования каналов (короткое замыкание, закупорка или обход потока), особенно с высокоудельной поверхностной средой
Гибридные реакторы с иловым слоем внизу и анаэробным фильтром сверху	
Сочетание основных преимуществ анаэробных реактора и фильтра. Отсутствие проблем с засорением. Низкое образование ила	Нет
Реакторы с псевдоожиженным слоем	
Высокая скорость удаления на единицу объема реактора. Низкое образование шлама	Мелкие псевдоожиженные частицы. Высокие скорости жидкости

Анаэробные реакторы имеют разную конструкцию и нагрузку по органическому веществу на 1 м³ реактора/сут, выбор которой предприятием зависит от капитальных, эксплуатационных и энергетических затрат и от эффективности удаления ХПК. Оптимальной конструкцией являются биореакторы, в которых вода просачивается через слой ила в восходящем потоке (*UASB*-реакторы), обеспечивающие высокую

¹ Составлено по: [7; 8].

степень очистки стока (около 93 % от исходного ХПК) и стабильность работы при высоких нагрузках по органическому веществу [3].

Таким образом, по результатам проведенного анализа литературных данных можно сделать вывод, что анаэробные методы очистки сточных вод предприятий первичного виноделия более предпочтительны, так как не требуют затрат на аэрацию среды, более низкие расходы на обслуживание реакторов, значительно снижаются затраты на утилизацию отработанного активного ила благодаря сравнительно небольшому его количеству.

Библиографический список

1. Григорьев М. А., Копылова Е. В. Современное состояние производства винодельческой продукции в России: задачи и пути их решения // Молодой ученый. – 2019. – № 24 (262). – С. 328–330.
2. Исследование метаногенеза сточных вод предприятий первичного виноделия / Г. В. Крусир, В. А. Дубровин, В. Н. Полищук и др. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 4/10 (70). – С. 43–47.
3. Крусир Г. В., Соколова И. Ф. Обоснование выбора анаэробного биореактора для очистки сточных вод предприятий первичного виноделия // ScienceRise. – 2014. – № 1 (1). – С. 22–25.
4. Крусир Г. В., Соколова И. Ф. Перспективы использования дрожжевых осадков винодельческих предприятий // Экологическая безопасность. – 2013. – № 16. – С. 111–114.
5. Крымов Р. С., Мельникова Н. С., Самсонова А. Г. Исследование процесса анаэробной очистки сточных вод винодельческой промышленности // Вестник: научный журнал. – 2022. – № 12 (66). – С. 71–76.
6. Курило А. В., Шемякина В. П., Реутов В. А. Статистический обзор состояния и динамики развития винодельческой отрасли Российской Федерации // Столыпинский вестник. – 2023. – № 8. – С. 7–10.
7. Andreottola G., Foladori P., Ziglio G. Biological treatment of winery wastewater: an overview // Water Science and Technology. – 2009 – Vol. 60, no. 5. – P. 1117–1125.
8. One- and two-stage upflow anaerobic sludge-bed reactor pretreatment of winery wastewater at 4–10 °C / S. V. Kalyuzhnyi, M. A. Gladchenko, V. I. Sklyar et al. // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 2001. – No. 90. – P. 107–124.
9. Treatment of winery wastewater in a conventional municipal activated sludge process: five years of experience / D. Bolzonella, M. Zanette, P. Battistoni, F. Cecchi // Water Science and Technology. – 2007. – Vol. 56, no. 2. – P. 79–87.

Жир из рыбных отходов – перспективный субстрат для получения продуктов биотехнологии¹

Аннотация. Показана актуальность использования жира, выделенного из отходов рыбопереработки, в качестве углеродного субстрата для синтеза продуктов биотехнологии. Рассмотрены и оптимизированы три способа выделения жира из шпротных отходов, голов скумбрии и внутренностей судака – термический, ферментативный и комбинированный (обработка ультразвуком с последующей термообработкой). С учетом критериев полноты извлечения и качества жира рациональными способами извлечения жира из рыбных отходов признаны ферментативный и термический из голов копченой кильки и скумбрии. Данные жиры были переданы в Институт биофизики СО РАН, где с их участием в процессе микробиологического синтеза были получены полимеры группы биоразлагаемых пластиков (полигидроксисилканоаты), а также белковые компоненты биомассы бактерий.

Ключевые слова: рыбные отходы; рыбные жиры; термическая экстракция; ферментализ; ультразвук; микробный синтез; полигидроксисилканоаты.

Рыбные отходы многих видов рыб (сельдевые, скумбриевые и др.) отличаются высоким содержанием жира 8,3–24,2 %), особенностью которого является высокое содержание длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в том числе жирных кислот (ЖК) омега 3 семейства. Данные факторы обуславливают как высокую биологическую ценность жира, так и его повышенную порчу за счет гидролиза и окисления до опасного уровня, при котором их нельзя употреблять на пищевые и кормовые цели [5].

Использование рыбных жиров в качестве основного источника углерода для микроорганизмов, синтезирующих биоразлагаемые пластики, является перспективным направлением использования жировых отходов рыбопереработки.

Для этого сегодня применяют растительные масла, углеводы, различные органические соединения, используемые в питании, что делает этот путь не рентабельным [4]. Рыбный жир из бросовых отходов представляется перспективным для развития биотехнологии микробного синтеза заданных продуктов биотехнологии [4; 6].

Биоразлагаемые пластики сегодня являются перспективной альтернативой искусственным полимерам, так как легко разлагаются в окружающей среде, при этом решаются экологические проблемы утилизации

¹ Исследование выполнено за счет гранта РФФИ № 23-64-10007.

пластиков. Высокими технологическими свойствами обладают полигидроксиполканоаты (ПГА) – полиэфиры гидроксикислот, запасаемые штаммами *Cupriavidus necator*. На основе ПГА возможно производить многие типы полимерных изделий, включая биоразлагаемую упаковку [4; 6].

Традиционным является термический метод вытапливание жира, который применяют в основном при получении жира из печени тресковых рыб, однако повышенные температуры отрицательно влияют на содержание ПНЖК и качество жира, интенсифицируют гидролитические и окислительные процессы [3]. В последнее время установлена эффективность ферментативного способа получения жира из рыбного сырья, основанного на применении коммерческих ферментных препаратов с высокой протеолитической активностью [2]. Для повышения степени извлечения жира также применяют предварительное ультразвуковое (УЗ) воздействие, увеличивающее степень разрушения жировых клеток под действием механической кавитации [5].

Целью исследования явилось выявление рациональных способов получения жира из рыбных отходов для их использования в биотехнологическом процессе культивирования микроорганизмов с получением ПГА и белковой биомассы.

В работе в качестве сырья использовали головы кильки горячего копчения (отходы производства консервов «Шпроты в масле»), головы скумбрии (отходы производства соленой и копченой рыбы) и внутренности судака (отходы кулинарного производства). Химический состав сырья и показатели качества жира: кислотное число (КЧ), перекисное число (ПЧ), тиобарбитуровое число (ТБЧ), йодное число (ЙЧ) и число омыления (ЧО) оценивали по ГОСТ 7636-85. Содержание жирных кислот оценивали хроматографическим методом.

В исследовании использовали термический, ферментативный и комбинированный (ультразвук + вытапливание) способы извлечения жира. Для этого сырье предварительно измельчали, добавляли воду, нагревали до заданных температур (с УЗ или ферментализом с препаратом *Alcalase 2,5 L*), после чего рыбоводную смесь центрифугировали и отделяли жир [2; 3].

Оптимизацию основных факторов выделения жира в каждом способе проводили на основе математического метода планирования эксперимента с получением моделей, связывающих количество и качество жира с основными факторами процесса [2; 3]. Обработка полученных данных позволила установить следующие оптимальные значения исследованных способов получения жира (табл. 1).

Для оценки наиболее эффективного способа выделения жира из рыбных отходов сравнительно изучали показатели процесса по полноте извлечения жира и его качественные характеристики (табл. 2).

Таблица 1

**Оптимальные параметры различных способов
извлечения жира из рыбных отходов**

Термический способ	Ферментативный способ	Комбинированный способ
T = 88–100 °C; t = 32–48 мин	T = 60 °C; t = 60 мин; M фермента = 0,05–0,5%	Мощность УЗ = 300 Вт; частота УЗ = 40 кГц, t = 30 мин; T = 83–90 °C; t = 22–30 мин

Таблица 2

**Показатели качества жира, извлеченного из рыбных отходов
термическим (Т) / ферментативным (Ф) / комбинированным (К) методами**

Показатель	Показатели качества жира (Т / Ф / К)		
	головы копченой кильки	внутренностей судака	головы скумбрии
Выход жира, % к массе сырья	8,89 / 9,71 / 9,42	22,32 / 24,51 / 22,33	7,61 / 8,62 / 7,34
КЧ, мг КОН/г	5,32 / 5,84 / 11,71	6,63 / 7,57 / 18,03	15,32 / 12,31 / 23,86
ПЧ, ммоль ак- тивного О/кг	5,11 / 5,14 / 12,52	7,62 / 8,63 / 13,12	32,73 / 25,72 / 33,18
ТБЧ, ед. опт. плотности	0,229 / 0,257 / 0,288	0,459 / 0,478 / 0,288	1,611 / 1,615 / 1,890
ЙЧ, г/100 г	158,21 / 148,71 / 148,72	133,24 / 129,23 / 127,22	184,86 / 181,61 / 180,57
ЧО, мг КОН/г	183,12 / 185,13 / 194,14	202,09 / 203,27 / 213,48	196,78 / 197,09 / 201,27

Из табл. 2 следует, что все способы позволяют выделять жира от 7,34 (скумбрия) до 24,5 (судак) % к массе сырья. Однако качество жира разнородно, что определяется видом жира: ЙЧ было достаточно высоким (127,22–184,86 мг КОН/г), что свидетельствует о значительном содержании ПНЖК; ЧО говорит о гидролизе триглицеридов в допустимых пределах (183,12–213,48 мг КОН/г) [1].

При сравнении показателей качества жиров (табл. 2) видно, что наилучшие характеристики имели липидные фракции из голов копченой кильки и судака, экстрагированные ферментативным и термическим способами. Наилучшие значения показателей качества имел жир из голов копченой кильки, извлеченный термическим способом (КЧ – 5,32 мг КОН/г; ПЧ – 5,11 ммоль активного О/кг). Наихудшими характеристиками по гидролитическим и окислительным изменениям отличался жир скумбрии, который имел наивысшие КЧ (12,31–23,92 мг КОН/г) и ПЧ (25,73–32,74 ммоль активного О/кг) при всех

способах экстракции, хотя йодное число у данного жира высокое (180,62–184,91 г/100 г), что свидетельствует о значимом уровне в нем ПНЖК. Наименьший выход жира и снижение его качества было установлено при комбинированном способе обработке рыбных отходов (с УЗ), что обусловлено интенсификацией под действием УЗ процессов окисления и эмульгирования жира.

Жиры, выделенные по оптимизированным параметрам из различных рыбных отходов, были сравнительно проанализированы на содержание жирных кислот. Установлено, что, независимо от способа выделения, все жиры содержат более 65 % ненасыщенных жирных кислот (из голов копченой кильки – 68,0–68,49 %; из внутренностей судака – 69,23–71,46 %, из скумбрии – 68,45–72,65 %). Из моноеновых жирных кислот во всех жирах основной является олеиновая (соответственно в жире кильки, судака и скумбрии 25,27–21,98, 20,13–21,33 и 13,56–14,85 %). Все жиры отличались высоким содержанием ПНЖК, при этом максимальное количество ПНЖК приходилось на жир из голов копченой кильки (31,45–35,59 %), ими также богат жир скумбрии (31,44–33,38 %), наименее богат ПНЖК жир из голов судака (24,56–26,05 %).

Отношение суммарного содержания насыщенных жирных кислот к ненасыщенным во всех видах исследованных жиров характеризовалось значениями ниже единицы (0,38–0,47 %), что свидетельствует об их высокой жирнокислотной сбалансированности. Подтверждают высокую биологическую активность липидов кильки и скумбрии также высокие уровни ПНЖК ω -3: для жиров из отходов кильки и скумбрии 30,0–30,11 % и 24,56–26,54 % соответственно. Жир из внутренностей судака характеризовался меньшим содержанием ПНЖК ω -3 – 16,34–17,89 %.

Высокие уровни ПНЖК ω -3 в рыбных жирах обуславливают их специфичность, уникальность и высокую физиологическую значимость не только для человека, но и для микроорганизмов при осуществлении биотехнологического процесса культивирования. Особенно важны для микробного синтеза продуктов биотехнологии длинноцепочечные ЖК, содержание которых максимально в жирах скумбрии и кильки (42,54–43,83 и 28,29–30,28 %), а минимально – в жире из внутренностей судака (21,65–22,37 %).

На основе термического и ферментативного способов извлечения были получены две партии жира по оптимизированным режимам (из голов копченой кильки и голов скумбрии), переданные для биотехнологических исследований в Институт Биофизики СО РАН (г. Красноярск). Результаты биологического исследования, проведенного с применением штамма *Cupriavidus necator B-10646*, показали, что данные жиры являются благоприятным углеродным субстратом для синтеза белков одноклеточных и разрушаемых биопластиков – ПГА [4; 6].

Библиографический список

1. *Исследование* процесса выделения жира из отходов рыбопереработки в качестве сырья для биотехнологического синтеза полигидроксиканоатов / О. Я. Мезенова, С. В. Агафонова, Н. Ю. Романенко и др. // Вестник Международной академии холода. – 2024. – № 1. – С. 50–59.
2. *Исследования* по оптимизации ферментативного процесса выделения жира из вторичного рыбного сырья для использования в биотехнологии / О. Я. Мезенова, С. В. Агафонова, Н. Ю. Романенко и др. // Вестник Международной академии холода. – 2024. – № 3. – С. 43–55.
3. *Обоснование* рациональных режимов термического выделения липидов из жиродержащих рыбных отходов / О. Я. Мезенова, С. В. Агафонова, Н. Ю. Романенко и др. // Рыбное хозяйство. – 2023. – № 4. – С. 102–110.
4. *Отходы* рыбопереработки – перспективный субстрат для синтеза целевых продуктов биотехнологии / Н. О. Жила, В. В. Волков, О. Я. Мезенова и др. // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. – 2023. – Т. 16, № 3. – С. 386–397.
5. *Технология* жиров из водных биологических ресурсов: монография / Н. П. Боева, О. В. Бредихина, М. С. Петрова, Ю. А. Баскакова. – М.: ВНИРО, 2016. – 107 с.
6. *Biosynthesis* of polyhydroxyalkanoates in *Cupriavidus necator* B-10646 on saturated fatty acids / N. O. Zhila, K. Y. Sapozhnikova, E. G. Kiselev et al. // *Polymers*. – 2024. – Vol. 16 (9). – Art. 1294.

3. О. Саханчук, П. В. Гладких, С. В. Шихалев

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Новые подходы к упаковке пищевых продуктов

Аннотация. В статье рассматриваются современные технологии упаковки пищевых продуктов, включая умные решения, химические индикаторы и термоизоляционные материалы. Представлен анализ современных технологий упаковки для готовых к употреблению продуктов. Исследование основано на патентном анализе и обзоре научной литературы. Отмечено, что применение газочувствительных индикаторов свежести, датчиков контроля, *RFID*-сенсоров и многослойных полимерных материалов с использованием вакуума существенно улучшает сохранность продукта и прозрачность цепочек поставок. Интеграция биоразлагаемых материалов повышает экологическую безопасность упаковки.

Ключевые слова: умная упаковка; морепродукты; газочувствительные индикаторы; *RFID*-сенсоры; полимерные материалы.

В последнее время наблюдается увеличение спроса на морепродукты и деликатесы в Российской Федерации. В частности, раки

становятся все более популярным и востребованным продуктом¹. Поэтому разработка эффективных стратегий реализации и обеспечения безопасности продукции, особенно для таких деликатных продуктов, как готовые к употреблению раки, становятся ключевыми задачами для предприятий и специалистов данной отрасли. Растут требования потребителей к качеству, безопасности и свежести готовых к употреблению продуктов. Традиционные методы упаковки порой не позволяют поддерживать оптимальные условия хранения и транспортировки продукта, что приводит к сокращению срока годности и снижению удовлетворенности потребителей.

Инновационные упаковочные решения, в частности технологии «умной» упаковки, предлагают новые подходы к реализации готовой продукции. Эти технологии включают в себя передовые материалы и датчики для мониторинга условий окружающей среды и параметров продукта, таких как температура, влажность и свежесть продукта в режиме реального времени [4; 5].

В секторе *FoodTech* подобные приемы набирают обороты, поскольку они решают две важнейшие задачи: сохранение качества продукции и обеспечение прозрачности всей цепочки поставок. Умные датчики, о которых говорится в исследованиях по оптимизации политики дистрибуции *FoodTech*, обеспечивают обратную связь в реальном времени о состоянии продукта, повышая эффективность и доверие потребителей [3].

Опираясь на исторические события и современные тенденции в упаковочных технологиях, упаковка готовых к употреблению продуктов, в частности раков, требует инновационных решений для обеспечения свежести, безопасности и логистической эффективности. Скоропортящийся характер морепродуктов подчеркивает необходимость специальных решений. Результаты последних патентов и научных исследований выявляют как возможности, так и ограничения, направляя целенаправленные инновации.

Химические индикаторы свежести играют ключевую роль в борьбе с порчей. Эти индикаторы реагируют на побочные продукты разложения, такие как аммиак и сероводород, предлагая видимые признаки состояния продукта как потребителям, так и поставщикам. Например, пленки из поливинилхлорида, известные своей газопроницаемостью, широко используются для упаковки морепродуктов. Интеграция этих индикаторов в такие пленки помогает сохранить вкусовые качества

¹ Анализ рынка пресноводных раков в России – 2025. Показатели и прогнозы. // Tebiz Group. – URL: <https://tebiz.ru/mi/rynok-presnovodnykh-rakov-v-rossii> (дата обращения 16.01.2025).

и потребительскую привлекательность раков на протяжении всей цепочки поставок [4].

Более того, интеллектуальные упаковочные системы с электронными датчиками представляют собой более продвинутый уровень технологий. Эти датчики отслеживают такие важные факторы окружающей среды, как температура и влажность, обеспечивая оценку состояния хранения в режиме реального времени. Благодаря достижениям в области электроники с низким энергопотреблением данные с интеллектуальных *RFID*-сенсоров можно передавать на мобильные устройства или в облачные системы, что демонстрирует их практическую ценность [3; 5]. Системы могут эффективно работать в течение длительного времени. Особенно это актуально для упаковки раков, где незначительные изменения условий могут ухудшить их качество. Применение таких систем уменьшает объем потерь при хранении на 25 %.

Интегрированные решения набирают обороты в ответ на особые потребности потребления морепродуктов. Сочетание химических индикаторов с электронными датчиками обеспечивает целостный подход к мониторингу, позволяя согласовать ожидания потребителей с реалиями цепочки поставок. Инновации включают многослойные полимерные пленки со встроенными индикаторами и датчиками, которые управляют микросредой, защищая раков от внешних перепадов температуры и воздействия кислорода, что очень важно для сохранения качества [2].

Несмотря на значительные успехи, сохраняются такие проблемы, как стоимость, масштабируемость и воздействие на окружающую среду. Использование биоразлагаемых материалов является перспективным направлением исследований. Для повышения экологической безопасности в качестве упаковочных материалов могут применяться биоразлагаемые пленки, время разложения которых в природной среде может составлять 6–12 мес. [1]. Решение этих проблем повысит долговечность и безопасность готовых к употреблению продуктов, увеличит конкурентоспособность рынка и снизит количество пищевых отходов.

Инновационные решения позволяют установить новые стандарты в области упаковки морепродуктов в соответствии с направлением в сторону устойчивости и интеллектуальных технологий, а современные достижения в области материалов, химических сенсоров и цифрового мониторинга решают задачи сохранения свежести, обеспечения безопасности и повышения прозрачности для потребителей.

Анализ литературных источников показал, что многослойные упаковочные материалы и усовершенствованные методы герметизации значительно улучшают условия хранения готовых и замороженных продуктов. Технология упаковки продукции в вакууме с использованием многослойных материалов, получившая название «*SKIN*», обеспечивает

прочность и высокие барьерные свойства [6]. Благодаря использованию ПЭТ (полиэтилентерефталата), обладающего наиболее выраженными барьерными свойствами по сравнению с другими полимерами, совместно с *EVOH*, в разы увеличивается сроки хранения продукта. С помощью технологии растягивания пленки в процессе экструзии (*MDO*) достигается небольшая толщина упаковки, эластичность и прозрачность, максимально уменьшается свободное пространство без потери в привлекательности упаковки. Вакуумная герметизация и управление микроклиматом внутри упаковки предотвращают контакт продукта с кислородом, что сохраняет его органолептические свойства.

Таким образом использование инновационной упаковки для хранения морепродуктов обеспечивает сохранение качества, безопасность и их устойчивость, снижает потери продуктов, предоставляя производителям и розничным сетям экономические выгоды. Технологии с использованием газочувствительных индикаторов, RFID-сенсоров, термоизоляционных слоев и вакуумной герметизации «SKIN» повышают качество продукции, уменьшают потери и укрепляют доверие покупателей к брендам. Использование биоразлагаемых материалов устанавливает новые стандарты в индустрии, отвечая экономическим и экологическим вызовам.

Библиографический список

1. Бурак Л. Ч. Обзор разработок биоразлагаемых упаковочных материалов для пищевой промышленности // Ползуновский вестник. – 2023. – № 1. – С. 91–105.
2. Бурак Л. Ч., Сапач А. Н. Инновационная упаковка для пищевых продуктов // Научное обозрение. Технические науки. – 2023. – № 2. – С. 45–58.
3. Венедиктова Е. Н., Орлова О. Ю. Оптимизация дистрибьюционной политики Foodtech предприятия // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. – 2021. – Т. 3, ч. 1. – С. 77–81.
4. Патент № 70501. Упаковка для пищевых продуктов / В. А. Голованец, А. Ю. Дементьев, Ф. Н. Степанов и др.; заявл. 09.10.2007; опубл. 27.01.2008.
5. Патент № WO2015147995A1. Smart Packaging and Related Technologies / J. Gentile; заявл. 06.02.2015; опубл. 01.10.2015.
6. Тенденции упаковки из многослойных материалов для пролонгации сроков хранения пищевой продукции / И. А. Кириш, М. И. Губанова, О. В. Безнаева и др. // Health, Food & Biotechnology. – 2021. – № 3 (4). – С. 64–78.

Концепция «Ноль отходов» (Zero Waste) в пищевой индустрии

Аннотация. Современная пищевая промышленность сталкивается с необходимостью устойчивого развития и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. В условиях роста потребления, дефицита ресурсов и изменения климата важную роль приобретают экологически ориентированные подходы. Среди них особое место занимает концепция «Ноль отходов» (*Zero Waste*). В статье рассмотрены некоторые ключевые направления и проблемы реализации этой концепции.

Ключевые слова: «ноль отходов»; *Zero Waste*; пищевая индустрия; устойчивое развитие; циркулярные модели; модели замкнутого цикла.

Концепция «Ноль отходов» (или *Zero Waste*) представляет собой системный подход, направленный на полное исключение образования отходов за счет изменения производственных процессов, повторного использования, переработки и разработки экологически чистых решений. В контексте пищевой промышленности это означает максимальное использование всех компонентов сырья, минимизацию потерь на каждом этапе жизненного цикла продукта – от фермы до потребителя¹. Целью является создание замкнутой системы, в которой ресурсы не теряются, а циркулируют в производственном цикле, при этом снижая нагрузку на окружающую среду и повышая экономическую эффективность.

Концепция «Ноль отходов» в пищевой промышленности начала активно развиваться в начале 2000-х гг., хотя отдельные элементы этой философии можно проследить гораздо раньше – еще в 1970-х гг. в рамках экологического движения. После Саммита Земли в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, где обсуждались экологические нормы и цели, производители вынуждены были задуматься о снижении отходов как части социальной ответственности. Первые компании, например, *Nestle*, *Unilever*, начали внедрять поход «Ноль отходов» на своем производстве; появились ассоциации и организации, такие как *Zero Waste International Alliance* (2003 г.). Но именно как оформленная система идей и практик, направленных на сокращение отходов до нуля, *Zero Waste* получила широкую популярность после 2010 г., особенно на фоне роста интереса к устойчивому развитию и климатическим изменениям. Среди основных направлений реализации данной концепции можно выделить следующие.

¹ Концепция *Zero Waste*: жизнь без отходов. – URL: <https://bonduelle.ru/blog/konceptsiia-zero-waste-zizn-bez-otxodov.html> (дата обращения: 01.04.2025).

1. Переработка побочных продуктов.

Пищевое производство генерирует большое количество отходов – кожуру, косточки, жмых, отруби, обрезки, гуцу и др. Вместо утилизации их можно использовать следующим образом:

- производство муки из отрубей, овощной и фруктовой кожуры, жмыха;
- создание функциональных напитков, например, соков и смузи из фруктовых остатков;
- ферментация и сушка с получением пищевых добавок или различных ингредиентов;
- кофейная гуца применяется для выращивания грибов, производства биотоплива и косметики.

2. Упаковка из органических отходов.

Используются технологии создания биоразлагаемой упаковки [2] на основе пищевых отходов: кожуры банана, кукурузной шелухи, картофельного крахмала, пектина и других природных полимеров. Такая упаковка безопасна для окружающей среды и может служить компостом после использования.

3. Биотехнологическая переработка.

Непригодные для пищи остатки могут служить сырьем для производства:

- биогаза (альтернативный источник энергии);
- компоста и удобрений для использования в аграрном секторе;
- кормов для животных и насекомых.

Многие современные компании внедряют так называемые циркулярные модели (модели замкнутого цикла)¹, – когда побочные продукты одного производственного этапа становятся сырьем для другого, например, остатки от пивоварения идут на производство хлеба. Наиболее передовые производители и крупные компании идут по пути создания технологий, позволяющих перерабатывать даже сложные пищевые отходы (кожура, кости). Этот непростой путь требует колоссальных затрат ресурсов и объединенных усилий. Так, проект *WastED* собрал под своей эгидой британских и американских поваров, фермеров, рыбаков, дистрибьюторов, производителей, дизайнеров и торговцев. Вместе они пытаются минимизировать количество пищевых отходов на каждом этапе производства и логистики².

¹ Циркулярный подход к построению безотходной продовольственной системы // ФАО. – URL: <https://www.fao.org/europe/news/detail/closing-the-loop--building-a-zero-waste-food-system/ru> (дата обращения: 01.04.2025).

² Ноль отходов. Как повара в разных странах поддерживают движение Zero waste. // RESTOTANoff. – URL: https://restoranoff.ru/solutions/solutions/nol-otkhodov/?fbclid=IwAR0pLnedkMuPXfpGXxOnLPms3ascZ_B1yJNLF6A3NeqL05FPZY_gPq_g74 (дата обращения: 01.04.2025).

Наиболее известными компаниями, внедряющими стратегии полной переработки пищевых отходов на заводах, а также переработку упаковки, являются *Nestle* и *Danone*.

В пищевой промышленности России концепция «ноль отходов» начала активно развиваться в последние годы, особенно с 2020 г., когда экологические инициативы стали частью корпоративной стратегии крупных компаний и государственных программ, таких как федеральный проект «Экономика замкнутого цикла», реализуемый в рамках нацпроекта «Экология». Этот проект направлен на сокращение образования отходов, создание инфраструктуры для вторичной переработки и стимулирование использования вторичных ресурсов. Администратором проекта является публично-правовая компания «Российский экологический оператор» (ППК РЭО), а его реализация рассчитана до 2030 г. Кроме того, существует программа «Развитие производства, утилизации и переработки отходов», направленная на стимулирование внедрения технологий по вторичной переработке и минимизации пищевых потерь.

Министерство сельского хозяйства РФ и Роспотребнадзор поддерживают проекты по рациональному использованию продовольственных ресурсов, в том числе инициативы по передаче нереализованных, но пригодных к употреблению продуктов благотворительным организациям. Например, Фонд продовольствия «Русь» реализует публичную благотворительную программу, которая включает направления «Фудшеринг»¹, «Продовольственные и непродовольственные марафоны» и «Продовольственная карта». Эти направления способствуют перераспределению нереализованных, но пригодных к употреблению продуктов питания и товаров первой необходимости, а также поддерживают культуру рационального потребления и производства.

Также стоит отметить проект «Дари еду», который представляет собой сообщество, в котором люди и предприятия могут бесплатно передавать продукты тем, кто в них нуждается. Этот проект способствует сокращению пищевых отходов и поддерживает нуждающихся в трудной жизненной ситуации. Таким образом, сочетание государственных программ и общественных инициатив способствует внедрению принципов «ноль отходов» в пищевой промышленности России.

УрГЭУ можно считать одним из лидеров в Уральском регионе по внедрению *Zero Waste* в пищевой индустрии. Так, на кафедре биотехнологии и инжиниринга создана и успешно действует многофункциональная мембранная установка [1], которая позволяет, в частности,

¹ Сохранить продовольствие – глобальная инициатива по сокращению продовольственных потерь и пищевых отходов // ФАО. – URL: <https://www.fao.org/save-food/news-and-multimedia/news/newsdetails/ru/c/1272184> (дата обращения: 01.04.2025).

эффективно выделять белки из сыворотки молочных продуктов, превращая прежний отход в ценное пищевое сырье.

В заключение можно выделить ряд безусловных преимуществ (для производителя) от внедрения *Zero Waste*, а именно, это снижение затрат на утилизацию отходов, создание новых источников дохода, повышение устойчивости бренда и лояльности потребителей, а также соответствие экологическим и *ESG*-стандартам. Однако на этом пути предстоит преодолеть немало трудностей и вызовов. Основными являются необходимость значительных инвестиций в новое оборудование; технологическая сложность переработки некоторых видов отходов; отсутствие нормативной поддержки и субсидий в некоторых регионах.

Концепция «Ноль отходов» становится важнейшим элементом устойчивого развития пищевой отрасли. Она объединяет экологическую ответственность, экономическую выгоду и социальную значимость. Компании, внедряющие такие практики, не только уменьшают воздействие на окружающую среду, но и занимают лидирующие позиции в инновационном и устойчивом бизнесе будущего.

Библиографический список

1. Лазарев В. А., Мирошникова Е. Г. Разработка мембранной установки для доочистки и кондиционирования питьевой водопроводной воды по нормам Всемирной организации здравоохранения // Индустрия питания. – 2019. – Т. 4, № 3. – С. 43–51.
2. Орлова А. И., Ермаков Д. А. Разработка экологичной упаковки для пищевых продуктов // Пищевая индустрия. – 2021. – № 1 (45). – С. 18–20.

Е. Б. Табала

Сибирский университет потребительской кооперации, г. Новосибирск

Вторичные растительные ресурсы в технологии полуфабрикатов

Аннотация. Применение растительного сырья в отраслях пищевой промышленности занимает особое место в разработке новых видов продукции. В статье обосновано применение выжимок дикорастущих ягод семейства брусничных в технологии ягодных полуфабрикатов. Приведен способ получения, исследованы органолептические и физико-химические показатели качества полуфабрикатов.

Ключевые слова: выжимки; брусника; клюква; голубика; черника; ягодные полуфабрикаты.

Применение растительного сырья в отраслях пищевой промышленности занимает особое место в разработке новых видов продукции.

Именно поэтому производители стремятся разрабатывать технологии, позволяющие использовать данное сырье как в свежем виде, так и продукты его переработки. В настоящее время перспективным направлением комплексного использования растительного сырья можно считать использование вторичных сырьевых ресурсов [4; 5].

В связи с особенностями климата территория Западной Сибири располагает устойчивым биологическим запасом дикорастущих ягод семейства брусничных – клюквы, брусники, черники и голубики. Учитывая, что свежее ягодное сырье непригодно к длительному хранению, переработка помогает продлить сезон их использования. Среди многообразия способов, одно из успешно развивающихся направлений переработки ягодного сырья – получение соков и морсов, которое сопровождается значительным количеством отходов, основными из которых являются выжимки – кожица и семена, с остатками мякоти. В литературных данных приводятся сведения по использованию отходов сокового производства как ингредиента рецептурного состав изделий растительного и животного происхождения [1; 2; 3], при этом сведения о возможности использования выжимок в качестве основного сырья практически отсутствуют. Возможность применения ягодных выжимок в технологии полуфабрикатов определяет актуальность данного исследования.

Для проведения эксперимента определили пригодность свежих и замороженных дикорастущих ягод семейства брусничных к прессованию с целью максимального получения выжимок. Сравнительные данные по количеству получаемых выжимок представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Количественные показатели выжимок ягод, %

Вид ягод	Выход выжимок из ягод	
	свежих	замороженных
Брусника	33,0±0,05	35,0±0,05
Клюква	31,0±0,05	28,0±0,04
Голубика	32,2±0,05	25,5±0,04
Черника	34,5±0,05	25,5±0,04

Из данных табл. 1 видно, что при прессовании выход выжимок из свежих ягод составляет от 31,0 до 34,5 %, замороженных – от 25,5 до 35,0 % в зависимости от вида ягод. Данный аспект позволяет обосновать возможность дальнейшего использования выжимок в технологии полуфабрикатов.

Далее исследовались образцы вторичного сырья, а именно выжимки. Результаты оценки органолептических и физико-химических показателей представлены в табл. 2.

Органолептические и физико-химические показатели выжимок

Показатель	Характеристика / значение образцов выжимок			
	брусники	клюквы	голубики	черники
Внешний вид	Густая, однородная масса, состоящая из семян, кусочков кожицы с частичными остатками мякоти			
Цвет	Свойственный ягодам			
	Темно-красный	Темно-малиновый	Фиолетовый	Темно-фиолетовый
Вкус и запах	Хорошо выраженный, свойственный ягодам, без посторонних привкуса и запаха			
Массовая доля влаги, %	38,2±0,2	37,8±0,2	41,3±0,2	41,5±0,2
Массовая доля титруемых кислот, %	2,41±0,2	3,18±0,2	1,60±0,3	1,32±0,5

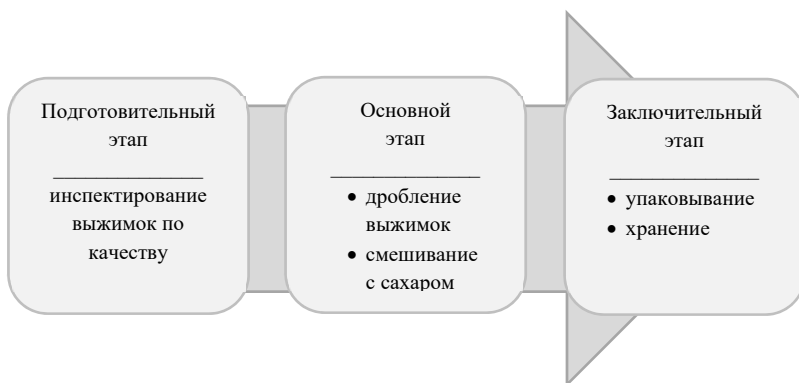
Данные, представленные в табл. 2 показывают, что выжимки из дикорастущих ягод семейства брусничных по своему агрегатному состоянию представляют собой густую однородную массу, состоящую из остатков мякоти, кожицы и семян, отличающиеся друг от друга характерным вкусом и запахом, свойственным применяемым видам ягод. Однако, высокая влажность выжимок влияет на срок хранения, полученный продукт является скоропортящимся и требует дальнейшей переработки.

Для получения полуфабрикатов выжимки инспектировали по качеству, подвергали однократному дроблению, смешивали с сахаром в соотношении 1:1. Полученную массу после суточной выдержки, снова перемешивали до полного растворения сахара. Полученные полуфабрикаты упаковывали в стерильную тару холодным способом, подвергали хранению в холодильных условиях при температуре 5–7 °С. Структурная схема получения ягодных полуфабрикатов представлена на рисунке.

Оценку качества полуфабриката – полуконсервы выжимки дробленые с сахаром, проводили общепринятыми стандартными методами по следующим показателям: внешний вид; вкус и запах; цвет; консистенция; массовая доля сухих растворимых веществ, массовая доля фруктовой части, наличие примесей растительного происхождения, массовая доля минеральных примесей, посторонние примеси на соответствие требованиям ГОСТ Р 54681-2011 «Консервы. Фрукты протертые или дробленые». Результаты исследования органолептических и физико-химических показателей ягодных полуфабрикатов представлены в табл. 3.

Органолептические и физико-химические показатели ягодных полуфабрикатов

Показатель	Характеристика/значение образцов полуфабрикатов				По ГОСТ Р 54681-2011
	брусники	клюквы	голубики	черники	
Внешний вид	Однородная масса дробленых оболочек ягод с вкраплениями семян				Однородная масса протертых фруктов в виде пюре
Вкус и запах	Свойственный ягодам брусники, вкус умеренно сладкий с легкой горчинкой	Свойственный ягодам клюквы, вкус кисло-сладкий	Свойственный ягодам голубики, вкус сладкий с легкой кислинкой	Свойственный ягодам черники, вкус сладковатый	Натуральные, свойственные фруктам, из которых приготовлен продукт. Посторонний привкус и запах не допускается
Цвет	Свойственный, темно-красный	Свойственный, темно-малиновый	Свойственный, фиолетовый	Свойственный, темно-фиолетовый, близкий к черному	Свойственный цвету фруктов, из которых изготовлен продукт
Консистенция	Консистенция пюреобразная, при выкладывании на ровную поверхность слегка растекающаяся				При выкладывании на ровную поверхность холмистая или слегка растекающаяся масса
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	68,4±0,24	68,2±0,24	69,3±0,18	67,9±0,11	11,0–60,0
Массовая доля фруктовой части, % не менее	50	50	50	50	50
Примеси растительного происхождения	Отсутствуют				Не допускаются
Массовая доля минеральных примесей, % не более	Отсутствуют				0,03
Посторонние примеси	Отсутствуют				Не допускаются



Структурная схема получения ягодных полуфабрикатов

Результаты исследования органолептических показателей, приведенных в табл. 3, показали, что ягодные полуфабрикаты сохранили ярко выраженный вкус, аромат и цвет натурального ягодного сырья, что немаловажно для формирования потребительских характеристик готового продукта.

Таким образом, проведенными исследованиями показана возможность эффективного использования вторичного растительного сырья в производстве консервной плодоовощной продукции.

Библиографический список

1. Васильев А. С., Чумакова Е. Н., Кудласевич И. А. Цельнозерновой пшеничный хлеб с порошком из выжимок плодов брусники // Вестник КрасГАУ. – 2025. – № 3. – С. 211–218.
2. Величко Н. А., Берикашвили З. Н. Выжимки голубики обыкновенной как ингредиент мучных кондитерских изделий // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 8. – С. 59–62.
3. Ермош Л. Г., Присухина Н. В., Фадеев К. А. Использование отходов сокового производства для рецептурного состава ягодно-овощных чипсов // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 6. – С. 163–169.
4. Исследование физико-химических свойств механоактивированной муки из жмыха зародышей пшеницы / Н. А. Лесникова, В. А. Лазарев, О. С. Чеченихина, Т. В. Котова // Индустрия питания. – 2023. – Т. 8, № 4. – С. 49–57.
5. Растительное сырье Уральского региона для производства безалкогольных напитков антиоксидантной направленности / Н. В. Заворохина, М. П. Соловьева, О. В. Чугунова и др. // Пиво и напитки. – 2013. – № 3. – С. 34–37.

Секция 7. Питание и здоровье

Тезисы докладов секции, проведенной в рамках
Национального конгресса с международным участием
«Здоровьесбережение и экономика»
и X Международной научно-практической конференции
молодых ученых и студентов «Актуальные вопросы
современной медицинской науки и здравоохранения»

О. В. Багрянцева, З. Г. Гурзу, А. А. Шумакова, И. Е. Соколов,
Г. В. Гусева, Э. Н. Трушина, О. К. Мустафина, Н. А. Ригер,
А. И. Колобанов, Т. Е. Селезнева, С. А. Хотимченко
ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

Оценка влияния протеолитических ферментов на метаболизм подопытных животных в эксперименте *in vivo*¹

Аннотация. Одну из наиболее широко применяемых в промышленности групп ферментов составляют протеазы. Характеристики белковых гидролизатов и экономическая эффективность процесса гидролиза пищевого сырья в большой степени зависят от выбора ферментного препарата (ФП). В этой связи на постоянной основе проводится поиск новых, более эффективных в технологическом плане ферментов. Основным требованием применения ФП в пищевой промышленности является их безопасность для потребителя.

Ключевые слова: токсиколого-гигиеническая оценка; ферментный препарат; протеазы; мутантный штамм; штамм *Aspergillus oryzae*; *Bacillus subtilis*; метаболизм.

Цель – изучение влияния ферментного препарата (ФП) протеолитического действия из мутантных штаммов *Aspergillus oryzae* RCAM (01134) и *Bacillus subtilis*-96 на метаболизм подопытных животных.

Материалы и методы исследования

Проведена токсиколого-гигиеническая оценка безопасности ферментных препаратов в подостром эксперименте (30 дней) с использованием крыс линии Wistar: комплекса гидролаз протеолитического и нуклеазного действия (продуцент *Aspergillus oryzae* RCAM (01134) (ФП1) и нейтральной протеазы – бациллолизина и сериновой протеазы (продуцент *Bacillus subtilis*-96 (БКМ В-3499D) (ФП2). Нарботка ФП прово-

¹ Исследование выполнено за счет средств субсидии Минобрнауки России на выполнение государственного задания № FGMF-2025-0004.

дилась ВНИИПБТ – филиалом ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». ФП препараты вводились внутрижелудочно самцам крыс в дозах 1, 10 и 100 мг/кг м.т. в сут.

В процессе исследований использованы методы оценки рисков, токсикологические, гематологические, биохимические, иммунологические, статистические методы, методы экспертной оценки, проводимые на основе современных научных сведений и анализа отечественных и международных нормативных и законодательных документов.

Результаты исследования

При внутрижелудочном введении ФП1 и ФП2 крысам линии *Wistar* на 30-й день наблюдения отмечена гибель животных опытных в группах. Вскрытие погибших крыс показало, что причиной смерти было воспалительные процессы внутренних органов (гиперемия печени и поджелудочной железы, единичные очаги некроза гепатоцитов, диверкулы и спайки пищевода, абсцессы легких). Остальные крысы всех опытных групп имели больной вид, склоченное состояние кожного (шерстного) покрова.

На протяжении всего времени эксперимента крысы всех групп прибавляли в массу тела. Вместе с тем, прирост массы тела подопытных животных, получавших ФП1 и ФП2 был меньше, чем прирост массы тела у животных контрольной группы. Полученные результаты гематологических, биохимических, иммунологических показателей крови и лизатов печени свидетельствуют о негативном воздействии ФП1 и ФП2 на все звенья метаболизма вследствие развития у крыс выраженного воспалительного процесса. *LOAEL* для крыс при введении ФП1 и ФП2 составила 1 мг/кг м.т. в сут (в пересчете на сухую массу – *TOS*). Полученные данные свидетельствуют о наличии рисков здоровью потребителя при использовании ФП1 и ФП2 протеолитического действия в пищевой промышленности¹.

¹ *ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств»; Р 2.1.10.3968-23 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания».*

И. Б. Быкова, Ю. М. Маркова, А. С. Полянина, Ю. В. Смотрина,
В. В. Стеценко, Н. Р. Ефимочкина, С. А. Шевелёва
ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

Выживаемость бактерий *Cronobacter spp.* в условиях, моделирующих различные режимы восстановления сухой молочной смеси и сухого молока¹

Аннотация. Проведены исследования по оценке чувствительности пищевых изолятов *Cronobacter spp.* и других энтеробактерий, выделяемых из отечественных детских сухих молочных смесей, их компонентов и каш для питания детей раннего возраста, к температурным воздействиям с использованием разработанной экспериментальной модели в восстановленных детских молочных смесях. При изучении воздействия стрессовых температурных факторов на штаммы *Cronobacter sakazakii* показана неэффективность температуры 52 °С для восстановления детских инстантных продуктов, а также короткой экспозиции (6 мин) при 56 и 60 °С. Ингибция *Cronobacter spp.* наступала при 60 °С за 18 мин.

Ключевые слова: детские молочные смеси; *Cronobacter*; температурный стресс.

Бактерии рода *Cronobacter* являются возбудителями тяжелых форм неонатального менингита, сепсиса и некротизирующего энтероколита с высокой смертностью у новорожденных. Около 70 % случаев неонатальных инфекций связаны с видами *Cronobacter sakazakii* и *C. malonaticus* [2; 3]. Эти микроорганизмы устойчивы к высушиванию, потенциально способны длительное время выживать в остаточной флоре инстантных детских смесей и продуктов прикорма. Данных об их сохранности при восстановлении в воде из сухих продуктов и смесей недостаточно.

Целью исследований было изучение влияния температурного стресса на выживаемость *C. sakazakii* и родственных энтеробактерий, выделяемых из отечественных продуктов для питания детей раннего возраста и их компонентов.

В работе использовали штаммы *Cronobacter*, выделенные из детских молочных смесей и каш и их молочных и растительных компонентов, *Salmonella spp.*, *E. coli*. Чувствительность пищевых изолятов *C. sakazakii* к температурным стрессам оценивали *in vitro* в процессе моделирования параметров восстановления сухих молочных смесей (СМС), как это предлагается изготовителями, контаминированных условно низкими дозами возбудителя 1000 КОЕ/г и 100 КОЕ/г, при температурах 52, 56, 60 °С и экспозиции 6, 12 и 18 мин [1].

¹ Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 23-16-00163.

Обнаружено, что при 52 °С штаммы *Cronobacter*, контаминирующие смесь в дозах 1000 и 100 КОЕ/г, выживали вплоть до 18 мин воздействия. При 56 и 60 °С в течение 6 и 12 мин выдержки для обеих доз *C. sakazakii* не наблюдали полной ингибиции патогена. Ингибиция кронобактеров на уровне 99 % наступала после выдержки при 56 °С 18 мин, а полностью патоген ингибировался за 18 мин при 60 °С. *Salmonella spp.* оказались более чувствительными к воздействию температур данного диапазона, и уже полностью подавлялись при 56 °С в течение 12 мин. *E.coli* были более жизнеспособными и вели себя подобным кронобактеру образом, угнетение роста на уровне более 98 % наступало после экспозиции при температуре 60 °С за 12 и 18 мин.

Таким образом, в модели регидратации СМС показана способность *C.sakazakii* выживать при 52 °С до 18 мин экспозиции и ингибироваться только при 60 °С. Данные подтверждают необходимость проведения оценки микробиологического риска, связанного с производством СМС и инстантных детских продуктов.

Библиографический список

1. *Heat resistance of Cronobacter sakazakii* DPC 6529 and its behavior in reconstituted powdered infant formula / J. P. Huertas, A. Álvarez-Ordóñez, R. Morrisse et al. // Food Research International. – 2015. – Vol. 69. – P. 401–409.
2. *Increased thermal tolerance in Cronobacter sakazakii* strains in reconstituted milk powder due to cross protection by physiological stresses / C. Rajni, B. Saurabh, A. Wamik, G. Gunjan // Journal of Food Safety. – 2020. – Vol. 40 (4). – Art. 12810.
3. *Thermal tolerance of Cronobacter sakazakii* and *Cronobacter pulveris* in reconstituted infant milk formula / A. M. Garbaj, S. A. Farag, J. A. Sherif et al. // Open Veterinary Journal. – 2023. – Vol. 13 (1). – P. 108–113.

Оценка генетической безопасности мутантного штамма *Bacillus subtilis* 96 с использованием данных полногеномного секвенирования¹

Аннотация. Представлены результаты биоинформатического анализа генома штамма *Bacillus subtilis* 96 – мутантного продуцента протеолитических ферментов, выделенного во ВНИИПБТ (ФИЦ питания и биотехнологии). Подтверждено отсутствие в геноме генов, кодирующих токсины, факторы вирулентности и трансмиссивные (плазмидные) элементы. В составе хромосомы обнаружены гены антибиотикорезистентности: *rphB*, *tet(L)_5*, *clbA*, *cfr(B)_3*. Установлена высокая степень геномной идентичности с *Bacillus amyloliquefaciens* (93,86 %), что указывает на необходимость уточнения таксономической классификации штамма. Полученные результаты свидетельствуют о низком патогенном потенциале штамма, однако наличие генов устойчивости к антибиотикам подтверждает возможность потенциальных рисков здоровью человека при использовании *Bacillus subtilis* 96 в пищевой промышленности.

Ключевые слова: *Bacillus subtilis* 96; безопасность; пищевое производство; биоинформатика; WGS-анализ; генотип.

Введение

В связи с возможными рисками здоровью человека мутантных и генетически модифицированных микроорганизмов, а также получаемых на их основе ферментов, особую значимость приобретает проведение комплексной оценки генома этих микроорганизмов на предмет их безопасности здоровью человека. Одним из наиболее информативных инструментов такой оценки является биоинформационный анализ данных полногеномного секвенирования (*Whole Genome Sequencing*, *WGS*) [1; 2].

Цель исследования – оценка безопасности штамма *B. subtilis* 96 – продуцента протеаз на основе данных *WGS*.

Материалы и методы

WGS Bacillus subtilis 96 выполнено на платформе *Illumina MiSeq* (ООО «Биоспарк», Россия). Сборка генома выполнена с помощью программы *SPAdes 4.1.0*, а аннотация – *SPAdes 1.14.6*. Поиск генов устойчивости к антибиотикам, факторов вирулентности и плазмидных элементов проведен с использованием баз данных *CARD*, *VFDB* (*Virulence Factors Database*) и *PlasmidFinder* через инструмент *Abricate 1.0.1*.

¹ Исследование выполнено за счет средств субсидии Минобрнауки России на выполнение государственного задания № FGMF-2025-0004.

Результаты

Геномная сборка включала 21 контиг (≥ 500 п.н.) общей длиной 3 935 841 п.н.; среднее покрытие составило 289 $\times$. Анализ *ANI* (средней идентичности нуклеотидов) показал, что идентичность анализируемого генотипа с генотипом *B. amyloliquefaciens* составила 93,86 % (1154 / 1303 п.н.), а с типовым штаммом *B. subtilis* – 80,64 % (685 / 1303 п.н.). Таким образом, филогенетический анализ подтвердил, что исследуемый штамм относится к виду *B. amyloliquefaciens*. В геноме выявлены гены антибиотикорезистентности: *rphB* (к рифампицину), *tet(L)_5* (к тетрациклину/доксициклину), *clbA* (модификация 23S рРНК ответственная за множественную устойчивость), *cfr(B)_3* (метилтрансфераза, кодирующая устойчивость к фениколам, линкозамидам, оксазолидинонам и др.). Выявлены 36 последовательностей, определяющих степень вирулентности данного штамма и способность к продукции веществ, оказывающих негативное влияние на организм (6 кодируют продукцию бактериоцинов и рибосомальных антибактериальных пептидов, 18 определяют устойчивость к антибиотикам и токсичным соединениям). Все гены локализованы в хромосомальной ДНК, что снижает вероятность трансмиссии этих признаков [1; 2].

Выводы

Полученные данные свидетельствуют о низком патогенном потенциале штамма *B. subtilis* 96. Обнаруженные хромосомные детерминанты устойчивости к антибиотикам требуют учета при оценке пригодности штамма для использования в производстве ферментных препаратов.

Библиографический список

1. Гурзу З. Г., Багрянцева О. В. Роль полногеномного секвенирования ДНК технологических микроорганизмов в оценке возможности их безопасного использования в пищевой промышленности // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № S5 (549). – С. 209–210.
2. EFSA statement on the requirements for whole genome sequence analysis of microorganisms intentionally used in the food chain // EFSA Journal. – 2024. – Vol. 22. – URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2024.8912> (дата обращения: 01.02.2025).

Острое воздействие тенуазоновой кислоты на биохимические показатели крови и мочи у крыс¹

Аннотация. Изучены биохимические показатели крови и мочи крыс через 24 ч после однократного введения тенуазоновой кислоты – токсического метаболита грибов рода *Alternaria* в виде чистого препарата и в составе экстракта гриба-продуцента. Результаты исследования свидетельствуют об остром токсическом действии тенуазоновой кислоты на крыс, в том числе влиянии на белковый, липидный и минеральный обмен, а также о модуляции эффектов *TeA* другими метаболитами *A. alternata*.

Ключевые слова: тенуазоновая кислота; альтернариатоксины; острое токсическое действие; биохимические показатели крови; биохимические показатели мочи.

Тенуазоновая кислота (*TeA*) является метаболитом грибов рода *Alternaria*, наиболее часто обнаруживаемым в пищевых продуктах и обладающим наиболее выраженным острым токсическим действием. Величина *LD50* у крыс самцов Вистар для *TeA* составляет 180 мг/кг². Существующих токсикологических данных недостаточно для установления гигиенических регламентов содержания *TeA* в пищевых продуктах.

Целью исследования являлось изучение острого воздействия *TeA* на биохимические показатели крови и мочи у крыс.

Крысам самцам Вистар (возраст 9 недель) контрольной группы однократно внутрижелудочно вводили растворитель (10 % водный раствор этилового спирта); 1-й опытной группы – *TeA* в дозе 30 мг/кг массы тела в виде растворенного чистого препарата; 2-й опытной группы – в виде раствора экстракта *Alternaria alternata* и помещали в обменные клетки для сбора мочи (фракция для анализа отобрана в течение 12 ч перед забоем). Через 24 ч после введения *TeA* у крыс отбирали кровь. Показатели крови и мочи определяли на биохимическом анализаторе.

В результате проведенных исследований у крыс 1-й опытной группы, получавших только *TeA*, было установлено снижение уровня лактата (на 18 %) и повышение активности аспаратаминотрансферазы (АСТ, на 52 %, на уровне тенденции – $p = 0,07$) в крови, увеличение содержания магния (на 122 %, на уровне тенденции – $p = 0,08$) в моче

¹ Научно-исследовательская работа проведена в рамках государственного задания № FGMF-2023-0006.

² Альтернариатоксины как фактор риска для здоровья населения / И. В. Аксенов, И. Б. Седова, З. А. Чалых, В. А. Тутьянян // Анализ риска здоровью. – 2023. – № 4. – С. 146–157.

по сравнению с показателями в контрольной группе. У крыс 2-й опытной группы, получившим экстракт *A. alternata*, содержащий *TeA* с другими метаболитами, было выявлено снижение общего белка (на 9 %), альбумина (на 10 %), холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП, на 15 %), лактата (на 21 %), повышение активности лактатдегидрогеназы (на 47 %) и уровня общего билирубина (на 20 %, на уровне тенденции – $p = 0,07$) в крови относительно контрольной группы. Наряду с этим, по сравнению с показателями в 1-й опытной группе крыс, которым вводили только *TeA*, во 2-й опытной группе, получившим наряду с *TeA* и другие метаболиты, было обнаружено снижение содержания ХС ЛПВП (на 11 %, на уровне тенденции – $p = 0,10$), кальция (на 4%) в крови, магния (на 86%) и фосфора (на 75 %) в моче. Для других изученных показателей (аланинаминотрансфераза, щелочная фосфатаза, глобулин, мочевины, глюкоза, триглицериды, свободные жирные кислоты, холестерин (в т.ч. липопротеидов низкой плотности), мочевины, креатинин, креатининкиназа, фосфор в крови; креатинин, мочевины, мочевины, мочевины и кальций в моче) не было установлено статистически значимых различий между группами животных.

Полученные данные свидетельствуют об остром токсическом воздействии *TeA* на крыс, в т.ч. влиянии на белковый, липидный и минеральный обмен, а также о модуляции эффектов *TeA* другими метаболитами *A. alternata*.

Т. В. Мажаева¹, В. И. Козубская¹, Е. П. Потапкина^{1,2}, В. Б. Гурвич¹

¹ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург;

²Центральный Екатеринбургский отдел Управления Роспотребнадзора по Свердловской области, г. Екатеринбург

Эффективность управления качеством и безопасностью пищевой продукции при организации питания в школах в сфере новых требований российского законодательства

Аннотация. Для обеспечения качества и безопасности пищевой продукции, сохранения здоровья школьников существенное значение имеет соблюдение требований к процессам изготовления, хранения и реализации готовых блюд при организации школьного питания и системный подход к управлению, на что и направлены контрольные (надзорные) и профилактические мероприятия. В сфере новых требований российского законодательства в настоящее время акцент сделан на профилактику рисков причинения вреда (ущерба). Цель работы – оценка эффективности управления качеством и безопасностью пищевой продукции при организации питания в школах Свердловской области при проведении контрольных (надзорных) и профилактических мероприятий. Использованы результаты контрольных (надзорных) мероприятий Управления Роспотребнадзора по Свердловской области и лабораторных испытаний пищевой продукции ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области» за 2021–2024 гг., данные по профилактическим мероприятиям (131 школа), результаты санитарно-эпидемиологических обследований (аудитов) по 2 школам при первичном и повторном их проведении, а также данные анкетирования руководителей 98 пищеблоков школ. При анализе использовался аналитический и социологический метод.

Ключевые слова: обязательные требования законодательства; управление качеством и безопасностью пищевой продукции; пищеблок; контрольные (надзорные) и профилактические мероприятия; эффективность.

Результаты

Анализ данных контрольных (надзорных) мероприятий на пищеблоках школ по трем операторам питания показал, что при повторном их проведении отмечается снижение нарушений обязательных требований законодательства со 160 до 99 (на 0,1 %), устранение нарушений, выявленных ранее, но в тоже время их повторение и выявление новых. Среди повторяющихся нарушений отмечаются имеющие высокую вероятность реализации микробиологического риска, например, не соблюдение периодичности прохождения медицинских осмотров работниками пищеблока.

При оценке профилактических визитов, проведенных Роспотребнадзором на 11 пищеблоках школ получены аналогичные результаты. В целом по всем школам подтверждается тенденция снижения удельного веса

нарушений обязательных требований законодательства на 0,1 %, практически полное устранение выявленных при первичной проверке, но при этом обнаружено в среднем на каждом пищеблоке по 6 новых.

При проведении повторных аудитов нарушения обязательных требований законодательства сократились на 11,6 % в одной школе и 13,5 % во второй. Однако прослеживается повторение нарушений, в том числе касающихся контроля параметров в критических контрольных точках (ККТ), имеющих высокие риски выпуска опасной продукции. Важную роль в соблюдении обязательных требований играет аспект системного подхода к управленческим решениям, квалификация персонала, который на пищеблоках не всегда обладает достаточными знаниями [1; 2; 3].

В качестве слабых мест и типовых повторяющихся нарушений на пищеблоках в рамках проведенных мероприятий можно отметить содержание производственных помещений, инвентаря, посуды их санитарная обработка, нарушение условий хранения и сроков годности пищевой продукции, что характерно и для зарубежной практики [4]. Как следствие в динамике отмечается незначительный рост неудовлетворительных проб пищевой продукции по пищевой ценности, микробиологическим показателям и смывам с оборудования, инвентаря по БГКП. Из всех неудовлетворительных проб 49 % приходится на пищевую ценность, 29 % – смывы, 22 % – микробиологические показатели блюд.

Опрос руководителей пищеблоков и организаторов показал проведение профилактических мероприятий на пищеблоках целесообразным и оказывающим положительное влияние на устранение нарушений обязательных требований – 77,8 % опрошенных выполнили мероприятия по устранению нарушений. Наиболее значимыми и эффективными отмечены аудиты (66,7 %), профилактические визиты (44,4 %).

Выводы

Полученные результаты свидетельствуют о недостаточном контроле изготовителей за соблюдением обязательных требований законодательства и подчеркивают отсутствие системного подхода к управлению. Профилактические, контрольные (надзорные) мероприятия с одной стороны эффективны, (снижение нарушений), а с другой стороны малоэффективны из-за сохранения на пищеблоках управления по сложившейся привычке, включающей в приоритете устранение выявленных нарушений, что приводит к возникновению новых или их повторению.

Библиографический список

1. *Гузик Е. О.* Организация школьного питания в Республике Беларусь // Здоровье населения и среда обитания. – 2022. – Т. 30, №. 10. – С. 92–100.

2. *Лучшие* региональные практики по организации питания в общеобразовательных школах (на основе анализа открытых информационных источников субъектов Российской Федерации) / С. С. Неустроев, Э. В. Миндзаева, С. А. Бешенков, Н. Н. Зимнюкова // Управление образованием: теория и практика. – 2020. – № 1 (37). – С. 99–115.

3. Янковская В. С., Дунченко Н. И. Системный подход к обеспечению качества и безопасности пищевых продуктов на базе квалиметрии рисков // Молочная промышленность. – 2024. – № 6. – С. 59–62.

4. *Ensuring the health and safety of Indonesian school children: Legal protections in snack consumption* / I. T. El Haque, S. Putra, S. Suparno, A. Noor // Qubahan Academic Journal. – 2023. – No. 3 (4). – P. 62–69.

Е. Н. Крюкова

ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана Роспотребнадзора,
г. Мытищи, Московская область

Оптимизация питания и сохранение здоровья работающих во вредных условиях

Аннотация. Оценена эффективность применения специализированного пищевого продукта на основе нектара, обогащенного пектином, у 72 работников резинотехнического производства. Установлено, что прием данного продукта в течение 12 недель оказывает профилактическое действие, позволяет предотвратить развитие недостаточности витаминов-антиоксидантов (С, Е, β-каротин), скорректировать баланс микронутриентов (медь, цинк, магний), повысить активность адаптивных и защитных систем организма (в том числе иммунной и антиоксидантной), способствует нормализации параметров гомеостаза у 81% обследованных. Полученные результаты позволяют рассматривать использование специализированного пищевого продукта диетического профилактического питания как защитное средство в предупреждении неблагоприятного влияния факторов производственной среды на здоровье работающих.

Ключевые слова: вредные факторы; профилактический продукт; эффективность.

Введение

Лечебно-профилактическое питание подразумевает потребление пищевых продуктов, которое повышает сопротивляемость организма к неблагоприятным факторам производственной среды благодаря их нормализующему влиянию на ряд обменных процессов, и способствует нейтрализации и ускоренному выведению из организма вредных веществ. Основным принципом подбора состава рационов является патогенетическая их обоснованность с учетом механизма действия профессионального фактора [1; 2; 3].

Цель исследования – оценка эффективности использования специализированного пищевого продукта в питании рабочих.

Материал и методы

Проведено обследование 72 рабочих завода резинотехнических изделий (вальцовщики, прессовщики-вулканизаторщики, шероховщики, клейщики, сортировщики).

В качестве изучаемого продукта использованы нектары, обогащенные пектином «Сава» маркировка (при вредных условиях труда). В условиях производства в течение 12 недель рабочим давался напиток в количестве одного пакета (0,250 л) в день. Клинико-лабораторные исследования выполнены до и по окончании курса.

Результаты исследования

Приоритетными неблагоприятными факторами изучаемого производства являются различные токсические вещества, образующиеся на различных этапах приготовления резиновых смесей и формовых изделий.

Усугубляет негативное воздействие факторов производственной среды несбалансированное питание. Отмечается недостаточная энергетическая ценность рационов (на 24 %), дефицит белков животного происхождения (27 %). Поступление в организм рабочих природных антиоксидантов (витаминов С, А, Е), влияющих на защитный потенциал человека ниже физиологических норм на 27–55 %. Среди минеральных веществ выявлен дефицит кальция (28 %), йода (35,7 %).

На фоне 3-месячного применения лечебно-профилактического продукта у рабочих изначально пониженная концентрация в плазме крови аскорбиновой кислоты и α -токоферола достоверно повысилась в 1,5 раза, концентрация β -каротина приблизилась к нижней границе нормальной обеспеченности, количество полигиповитаминозных состояний сократилось в 1,8 раза. Повышенные уровни меди снизились в 1,4 раза, цинка в 1,3 раза, отмечено достоверное снижение β -глобулинов у 19 % рабочих и повышение γ -глобулинов у 30 %.

Со стороны иммунной системы было выявлено снижение *IgM*, *IgG*, а также циркулирующих иммунных комплексов в 1,3–1,4 раза.

Существенная позитивная динамика отмечена в отношении показателей системы ПОЛ-АОЗ. Исходно повышенная концентрация малонового диальдегида по окончании курса была снижена на 20 %, активность каталазы и миелопероксидазы нейтрофилов увеличилась в 1,2–1,4 раза, уровень церулоплазмينا достоверно возрос в 1,2 раза.

Заключение

Эффективность использования специализированного пищевого продукта диетического профилактического питания «Сава» подтверждена нормализацией параметров гомеостаза у 81 % обследованных.

Таким образом, изучаемый продукт обладает действенным потенциалом защиты организма рабочих от воздействия неблагоприятных факторов производства, и его можно использовать для профилактики профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний.

Библиографический список

1. *Истомин А. В., Касымов О. Т., Джорбаева А. А.* Современная система гигиенической оптимизации лечебно-профилактического питания и здоровья работающих // *Здравоохранение Кыргызстана*. – 2018. – № 2. – С. 121–125.
2. *Крючкова Е. Н.* Эффективность алиментарной коррекции дезадаптационных сдвигов у горнорабочих Средней полосы // *Здравоохранение Российской Федерации*. – 2008. – № 1. – С. 44–45.
3. *Натурные* испытания эффективности специализированного продукта с пектином в лечебно-профилактическом питании рабочих горнорудной промышленности / Н. Б. Трофимова, Е. А. Рубашанова, Н. И. Данилова, В. М. Пожняковский // *Профилактическая медицина*. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 52–58.

И. В. Лапко, А. В. Сухова, К. В. Климкина
ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана Роспотребнадзора,
г. Мытищи, Московская область

Современные технологии профилактики алиментарно-зависимых заболеваний у работающих

Аннотация. Профилактика алиментарно-зависимых заболеваний должна проводиться комплексно, в том числе с использованием физиотерапевтических процедур. Одним из эффективных направлений является применение многофункциональных физиотерапевтических аппаратов, оказывающих одновременное воздействие на системы гомеостаза различных уровней. Применение физиотерапевтической установки альфа-капсула у горнорабочих показало эффективность в отношении положительного влияния на антропометрические, биохимические показатели липидного и углеводного обмена, антиоксидантной системы.

Ключевые слова: горнорабочие; алиментарно-зависимые заболевания; профилактика; питание; морфофункциональные физиотерапевтические аппараты; биохимические показатели; индекс массы тела.

Фактическое питание является ведущим фактором в сохранении здоровья работающего населения и детерминантом в развитии алиментарно-зависимых заболеваний (АЗЗ) сердца и сосудов, злокачественных и других новообразований, ожирения, эндокринопатий, нарушений костного метаболизма [1].

В настоящее время требует совершенствования комплекс профилактики АЗЗ, в который целесообразно включать и физиотерапевтические процедуры.

Одним из эффективных направлений является применение физиотерапевтических аппаратов, оказывающих одновременное воздействие на системы гомеостаза различных уровней. Физиотерапевтическое воздействие восстанавливает структурно-метаболические нарушения в организме, и существенно снижают риск АЗЗ, предотвращает прогрессирование патологического процесса и его переход в хроническую фазу [2; 3].

Цель исследования – оценить эффективность применения мультимодальной физиотерапевтической установки альфа-капсула в профилактике АЗЗ у горнорабочих.

Оценка фактического питания 70 горнорабочих выявила дисбаланс в построении среднесуточных рационов питания с нарушением структуры продуктовых наборов¹. Отмечено снижено потребление рыбы и морепродуктов, дефицит молочных продуктов и молока, свежих овощей и фруктов (на 40–45 %). На треть уменьшено потребление яиц, на половину растительного масла. На четверть повышено потребление кондитерских изделий и сахара. Выявлено, что многие рабочие имеют недостаточную обеспеченность основными пищевыми веществами. Так, умеренный и выраженный дефицит витаминов и минеральных веществ выявлен у четверти исследуемых, белков и жиров – у трети обследуемых, углеводов – у 37 %. Обращает на себя внимание дефицит кальция – у 11 %, аскорбиновой кислоты – у 17 %, витаминов группы В (у 3–5 %), йода – у 37 % обследуемых. Оценка режима питания рабочих показала, что 2-х разовый режим питания отмечен у 14 %, 3-х разовый – у 77 % работающих. Распределение калорийности при 3-х разовом питании, в среднем, составил: завтрак – 22 %, обед – 48 %, ужин – 30 %.

Обследование горнорабочих выявило заболеваемость сердечно-сосудистыми заболеваниями (68,6 %), дислипидемией (45,7 %), ожирением (42,9 %). Почти у каждого третьего диагностировались нарушения углеводного обмена, обусловленные гипергликемией. Отмечено снижение антиоксидантной защиты.

Изучение особенностей конституции работников показало, что избыточную массу тела имеет половина обследуемых (48,6 %), ожирение различной степени выраженности – 15 чел. (42,9 %).

¹ МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации».

Применение мультимодальной физиотерапевтической установки «*Alpha Oxy SPA System*» способствовало достоверному снижению общего холестерина, триглицеридов, глюкозы крови. Отмечено положительное влияние на показатели антиоксидантной активности: повышение уровня церулоплазмينا и каталазы. Обращает на себя внимание снижение индекса массы тела, как индикатора избыточности массы тела и ожирения у населения.

Мультимодальная установка альфа капсула является патогенетически обоснованным методом коррекции структурно-метаболических нарушений в организме. Применение процедур в физиотерапевтическом устройстве «*Alpha Oxy SPA System*» способствовало оптимизации индекса массы тела, повышению адаптационных возможностей организма, нормализации биохимических показателей, что позволяет рекомендовать данный метод в комплекс профилактических и лечебно-оздоровительных мероприятий при АЗС.

Библиографический список

1. *Алиментарно-зависимые* факторы риска хронических неинфекционных заболеваний и привычки питания: диетологическая коррекция в рамках профилактического консультирования. Методические рекомендации / О. М. Драпкина, Н. С. Карамнова, А. В. Концевая и др. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – № 20 (5). – С. 29–52.
2. *Лопаткина Л. В.* Новые подходы к применению физиотерапевтических технологий для повышения умственной работоспособности у пациентов с метаболическим синдромом // Физиотерапия. – 2015. – № 1. – С. 7–9.
3. *Улащик В. С.* Сочетанная физиотерапия: общие сведения, взаимодействие физических факторов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – № 93 (6). С. 4–11.

Т. В. Мажаева, Ю. С. Чернова, Ю. В. Трифонова, В. Б. Гурвич
ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург

Алгоритм формирования модели питания различных групп населения на основе фенотипирования и нутриентного профилирования

Аннотация. В настоящее время использование профилирования пищевого статуса на основе фенотипических и метаболических особенностей для нутритивной поддержки является актуальным направлением в нутрициологии. С целью формирования модели рациона питания различных групп населения на основе дерева решений с учетом фенотипических и метаболических признаков для дошкольников, школьников, рабочих промпредприятий, находящихся в различных условиях проживания, с различным социально-экономическим уровнем и санитарно-эпидемиологической обстановкой Свердловской области, подобраны рационы питания. Интеграция использованных биомаркеров позволила сформировать механизм эффективной нутритивной профилактики алиментарно-зависимых заболеваний.

Ключевые слова: пищевой статус: биомаркеры: фенотипы: дерево решений: модели питания.

Актуальность

Разработка новых эффективных алгоритмов и способов оценки персонализированных фенотипических и метаболических особенностей пищевого статуса населения, основанных на биомолекулярных маркерах, является важным современным направлением [2; 3].

Цель работы – разработка алгоритма моделирования рациона питания различных групп населения на основе дерева решений и нутриентного профилирования с учетом фенотипических и метаболических признаков.

Методы исследования

Выбраны четыре группы населения, отличающиеся по воздействию на организм негативных факторов окружающей среды, в том числе социально-экономических, экологических факторов, образовательной и производственной среды. В каждой группе (дошкольники, школьники, рабочие промышленных предприятий) оценивались факторы внешнего воздействия и факторы ответа организма на воздействие. Из методов оценки факторов внешнего воздействия выбран ретроспективный метод анализа данных мониторинга за средой обитания Управления Роспотребнадзора по Свердловской области. Данные о питании собирались с помощью частотного метода анкетирования с использованием программы НУТРИТЕСТ-ИП, антропометрические показатели оценивались стандартными методами. Для оценки ответа организма на воздействие, проводились исследования на содержания металлов в крови методом

сканирующей масс-спектрометрии, исследование полиморфизма 42 генов в лаборатории ООО «Базис Генотех», содержание 60 органических кислот в моче методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии. Метаболомный анализ органических кислот осуществлялся с использованием базы данных *KEGG PATHWAY* и программы *Metabolite Set Enrichment Analysis*. Показатели глутатион *S*-трансферазы, противовоспалительных цитокинов, биохимические и клинические данные оценивались в лабораториях ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора. Для оценки функционального состояния человека использовано программное средство «Монитор Активности Сердца Лотос» ООО «НПФ «Динамика».

Результаты исследований

Разработан подход к формированию фенотипов, включающих группу признаков ответа организма на негативное воздействие окружающей среды. К признакам воздействия были отнесены показатели, характеризующие окружающую и производственную среду (токсиканты), модель питания (индекс качества питания). К фенотипическим признакам были отнесены показатели ответа организма на воздействия а именно: экспозиция к токсичным веществам по содержанию металлов в крови; антропометрические данные (индекс массы тела, доля жировой массы, окружность талии); данные метаболических нарушений по маркерам модели питания и интоксикации (содержанию органических кислот в моче); иммунного статуса (по интерлейкинам); способности к детоксикации (по глутатион-*S*-трансферазе и полиморфизму генов детоксикации), а также по состоянию микробиоты кишечника. По количеству наиболее часто встречаемых признаков у обследованных были сформированы несколько фенотипов. Среди школьников и работающих промышленных предприятий определен основной фенотип – «избыточная масса тела». Для дошкольников характерно 2 фенотипа с признаками интоксикации и воспалительных процессов и признаками интоксикации и аллергии. С учетом выявленных признаков, потребности организма в макро- и микронутриентах для усиления процессов детоксикации, нормализации метаболомного, иммунного статуса и микробиоты, а также принципов нутриентного профилирования были подобраны продукты и нутриенты, которые должны входить в рецептуры блюд и меню для каждого фенотипа [1]. Кроме того, для каждого обследованного были составлены индивидуальные рекомендации по питанию. Учитывая, что пищевые вещества являются важным эпигенетическим фактором воздействия на здоровье человека, созданные с применением принципа фенотипирования и нутриентного профилирования, модели питания будут способствовать более эффективной профилактике заболеваний.

Таким образом, современный подход фенотипирования позволяет нам дифференцировать группы по схожим признакам и разрабатывать эффективные мероприятия по управлению рисками для здоровья населения.

Библиографический список

1. Hillesheim E., Brennan L. Metabotyping and its role in nutrition research // Nutrition Research Reviews. – 2020. – Vol. 33, no. 1. – P. 33–42.
2. State-of-the-art methods for exposure-health studies: results from the exposure data challenge event / L. Maitre, J. B. Guimbeau, C. Warembourg et al. // Environment International. – 2022. – Vol. 168. – Art. 107422.
3. The nutritional phenotype in the age of metabolomics / S. H. Zeisel, H. C. Freake, D. E. Bauman et al. // The Journal of Nutrition. – 2005. – Vol. 135, no. 7. – P. 1613–1616.

**А. С. Полянина, Ю. В. Смотрина, Ю. М. Маркова, В. В. Стеценко,
И. Б. Быкова, Н. Р. Ефимочкина, С. А. Шевелёва**
ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

Оценка чувствительности пищевых изолятов *Cronobacter* sp. к биоцидам на основе натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты¹

Аннотация. Эмерджентные патогенные бактерии рода *Cronobacter* (*C. sakazakii*) представляют опасность для детей раннего возраста, особенно для новорожденных, недоношенных и маловесных, обуславливая у них развитие некротизирующего энтероколита, менингита и сепсиса. Фактором передачи инфекции в основном являются сухие молочные смеси для искусственного вскармливания, в которых возбудитель может сохраняться в минимальных количествах. *Cronobacter* sp., по сравнению с другими энтеробактериями, обладают большей устойчивостью к высушиванию, в связи с чем остро встает вопрос об эффективности противомикробной обработки, проводимой на предприятиях по изготовлению сухих молочных смесей для питания детей раннего возраста и их ингредиентов. Наиболее изученными и применяемыми на молочных предприятиях, как самостоятельно, так и в составе моющих композиций, являются хлорсодержащие средства. Из них выделяются средства на основе дихлоризоциануровой кислоты, у которых отсутствует выраженное раздражающее действие на кожу рук и верхних дыхательных путей, они обладают меньшей токсичностью по сравнению с другими хлорсодержащими биоцидами и инертны к материалам оборудования.

Ключевые слова: *Cronobacter* sp.; энтеробактерии; хлорсодержащие биоциды; сухие молочные смеси.

Проведены исследования чувствительности к биоциду на основе натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты (ДХЦК) у пищевых изолятов *C. sakazakii* (4 штаммов) и сопутствующих энтеробактерий (8 шт.), выделенных из отечественных сухих продуктов для питания де-

¹ Работа выполнена в рамках гранта РНФ № 23-16-00163.

тей раннего возраста. Для оценки воздействия дезинфектанта на рост, выживаемость и формирование устойчивости *Cronobacter sp.* в условиях, имитирующих контаминацию пищевых субстратов и поверхностей производственной среды, использовали ранее разработанную хромогенную модель *in vitro*, позволяющую количественно оценивать чувствительность культур к антимикробной обработке в зависимости от концентрации дезредства и плотности бактериальной популяции [1; 4].

Почти все штаммы проявляли определенную устойчивость к бактериостатическим дозам активного хлора в диапазоне 25–100 мг/л. Но только *C. sakazakii* показали устойчивость к воздействию концентраций активного хлора от 150 мг/л и выше. Для них была характерна меньшая степень ингибирования роста при всех дозах ДХЦК. Таким образом, были достоверно подтверждены ранее полученные данные о пониженной чувствительности к хлорсодержащим биоцидам кронобаكتеров по сравнению с другими энтеробактериями [2; 3]. Возможно, это связано с формированием толерантности терморезистентных кронобаكتеров к биоцидам.

Выявленная устойчивость патогенных кронобаكتеров к хлорсодержащим биоцидам обосновывает необходимость тщательного выбора дезредств и режимов обработки (концентрация хлора, экспозиция) при производстве сухих продуктов для питания детей раннего возраста для предупреждения тяжелых инфекций у данной восприимчивой категории.

Библиографический список

1. Изучение толерантности энтеробактерий к хлорсодержащим биоцидным средствам в экспериментальных моделях с использованием индикаторных тест-систем / Н. Р. Ефимочкина, И. Б. Быкова, Ю. В. Короткевич и др. // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3. – С. 73–82.
2. Маневич Б. В., Кузина Ж. И., Косьяненко Т. В. Галоидактивные дезинфицирующие средства // Молочная промышленность. – 2017. – № 4. – С. 61–63.
3. Оценка чувствительности пищевых изолятов *Cronobacter sp.* и других энтеробактерий к температурным стрессам и хлорсодержащим биоцидам / Н. Р. Ефимочкина, Е. Е. Зинурова, Ю. В. Смотрина и др. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2024. – Т. 177, № 1. – С. 113–119.
4. Donaghy J. A., Zwietering M. H., Farber J. M. A Hazard Does Not Always Equate to a Risk: *Cronobacter* is a rare opportunistic pathogen and the greatest risk is only for a small sub-population of infants and only associated with powdered infant formula or human breast milk // Trends in Food Science & Technology. – 2025. – Vol. 157. – Art. 104890.

Л. Н. Рожественская^{1,2}, Д. А. Кожурова¹

¹ НИИ гигиены Роспотребнадзора, г. Новосибирск;

² Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

Методики определения размеров порций продуктов и их использование в расчетах ИКП (индексов качества питания)

Аннотация. Здоровое устойчивое питание населения является одним из стратегических приоритетов современного общества. Исследование направлено на анализ и систематизацию информации об особенностях применения порционного подхода при мониторинге и оценке питания, в том числе особенностях формирования норм и реализации методик измерения с учетом национального контекста. Выделены сильные и слабые стороны порционного подхода, обоснованы преимущества наиболее эффективных практик определения размеров порций продуктов.

Ключевые слова: порция пищи; пищевые рекомендации; индекс качества питания; индекс здорового питания.

Разнообразие подходов к оценке качества питания в разных странах позволяет сформулировать цель исследования – изучение, систематизация и обобщение информации об особенностях применения порционного подхода при интегральной оценке рационов с помощью комплексных индексов питания; выделение наиболее эффективных подходов к определению размеров порций при разработке рекомендаций в области питания и проведении дальнейших оценочных и контролируемых мероприятий.

Диетические рекомендации на основе пищевых продуктов (*FBDG*) являются важными инструментами общественного здравоохранения и при решении стратегических задач в области здоровьесбережения. В большинстве стран диетические рекомендации не столько связаны с нормированием количества белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов, сколько определяют достаточные объемы конкретных пищевых групп (овощей, мяса, злаков и т.д.). Кроме того, практически все рекомендации в области питания могут быть отнесены к одному из вариантов визуализации, например, Пирамида или дом здорового питания, Модель здоровой тарелки или План питания.

Часть рекомендаций по здоровому питанию, как и рассчитываемые на их основе индексы качества питания и индексы здорового питания [4; 6], часто используют понятие размера порции и включают как качественные, так и количественные рекомендации. Концептуально этот подход базируется на определении размеров порций и частоты потребления определенной группы пищевых продуктов (и разновидностей внутри нее). Как правило, в рекомендациях по питанию даны указания

по размерам порций, однако, до сих пор нет единого мнения о наилучших методах их определения.

Для получения референтных размеров порций используются различные подходы [2]. В ряде случаев рекомендации обосновывают количество групп и отдельных продуктов в граммах или условных порциях. Другой подход заключается в обосновании размеров и количеств порции. В последнем случае имеется достаточно серьезные риски сформировать действительно адекватное представление о размерах порций у целевой группы, поскольку средние их величины значительно возросли за последние десятилетия [5; 8]. В результате роста размеров сервировочных порций в предприятиях фастфуда произошли изменения потребительских стереотипов в отношении нормального размера столовой тарелки (с диаметра 18–20 см в 1970-х гг., 24–25 см в 2000-х гг., до 28–30 см в 2020-х гг.), а средняя общая калорийность 1 приема пищи увеличилась от 35 до 200 % (свыше 2000 ккал). Рост размеров порций также зачастую сопровождается снижением нутриентной плотности пищевых продуктов [1].

Определенную сложность представляет адаптация национальных и глобальных рекомендаций к различным видам пищевых продуктов, образующих единую группу [3; 7]. Рекомендации по количеству и размеру порций разных стран часто представлены не по отдельным продуктам, а распределяются в рамках основных пищевых категорий (см. таблицу).

Измерение и контроль размеров порций являются важными аспектами здорового питания. В процессе развития методов оценки качества питания сформировалось несколько подходов:

- 1) стандартные размеры порций, которые зачастую представлены в виде таблиц с информацией о размерах порций для различных продуктов;
- 2) использование мерных приборов (чашки, ложки и пр.);
- 3) сравнение с объектами или частями тела (ладонь, фаланга пальца, колода карт, коробок спичек и пр.);
- 4) фотографии и визуальные справочники или альбомы;
- 5) электронные приложения.

Содержание диетических рекомендаций по объемам потребления основных групп продуктов в разных странах

Продукты	Количество порций в день / размер 1 порции			
	Австралия ¹	Новая Зеландия ²	Франция ³	Япония ⁴
Зерновые продукты	46 / 1 кусок хлеба, 1/2 стакана приготовленных круп или 30–40 г сухих хлопьев	6–8 / 1 кусок хлеба, 1/2 стакана приготовленных злаков или 1 стакан цельнозерновых хлопьев	6–8 / 100–150 г приготовленных злаков или 1–2 ломтика хлеба	5–7 / 150–200 г приготовленного риса или 1–2 ломтика хлеба
Овощи	5–6 / 75 г (1/2 стакана приготовленных овощей или 1 стакан сырых)	2–3 / 1/2 стакана приготовленных овощей или 1 стакан сырых	2–3 / 80–100 г (1/2 стакана приготовленных овощей или 1 стакан сырых)	3–5 / 80–100 г (1/2 стакана приготовленных овощей или 1 стакан сырых)
Фрукты	2 / 150 г (1 средний фрукт или 1/2 стакана нарезанных фруктов)	2–3 / 1 средний фрукт или 1/2 стакана нарезанных фруктов	2 / 80–100 г (1/2 стакана приготовленных овощей или 1 стакан сырых)	2–4 / 100–150 г (1 средний фрукт или 1/2 стакана нарезанных фруктов)
Молочные продукты	2–3 / 1 стакан молока или йогурта или 40 г сыра	2–3 / 200–250 мл молока, 1 стакан йогурта или 30–40 г сыра	2–3 / 200 мл молока или йогурта или 40–60 г сыра	1–2 / 200 мл молока или йогурта или 40–60 г сыра
Белковые продукты	2–3 / 65–100 г мяса, рыбы или птицы или 1/2 стакана бобовых	2–3 / 100–150 г мяса или рыбы или 1/2 стакана бобовых	1–2 / 100 г мяса или рыбы или 1/2 стакана бобовых	2–3 / 100 г мяса или рыбы или 1/2 стакана бобовых
Масла и жиры	Рекомендовано ограничение	1–2 / 10–20 мл масла или небольшое количество орехов	1–2 / 10–20 мл масла или небольшое количество жиров	0–1 / 15–30 мл масла или небольшое количество жиров

¹ Australian Dietary Guidelines. – URL: <https://www.eatforhealth.gov.au/guidelines> (дата обращения: 12.02.2025).

² New Zealand Food and Nutrition Guidelines Eating and Activity Guidelines. – URL: <https://www.health.govt.nz/publication/food-and-nutrition-guidelines> (дата обращения: 12.02.2025).

³ ANSES – Le Guide Alimentaire Pyramid alimentaire. – URL: <https://www.anses.fr/en/content/nutrition-guide> (дата обращения: 12.02.2025).

⁴ Japanese Food Guide Spinning Top Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan. – URL: <https://www.mhlw.go.jp/english/> (дата обращения: 12.02.2025).

Индекс качества питания (*IQR*) и индекс здорового питания (*HEI*) – это инструменты, используемые для оценки качества рациона питания на основе потребления различных продуктов и групп продуктов. Размер порции является одним из ключевых элементов, определяющих итоговые значения *IQR* и *HEI*. Однако, *IQR* и *HEI* рассчитываются на основе количества потребленных питательных веществ. Так двойная порция картофеля фри в рационе сформирует не только двойное количество калорий, но и значительно больше насыщенных жиров, что негативно отразится на итоговом значении *HEI*. В то же время, употребление дополнительных порций зеленых овощей или бобовых, повышает итоговое значение показателя, добавляя в рацион больше витаминов, минералов и клетчатки.

Анализ пищевых рекомендаций показывает, что они могут различаться в зависимости от культурных особенностей, традиций и пищевых привычек каждой страны как по количеству порций, их размеру, так и по наименованиям продуктов, в отношении которых они формулируются. Таким образом, оценка и фактическое сравнение качества питания в разных странах возможно лишь на основании таких адаптированных интегральных инструментов, как индексы качества питания и здорового питания.

Библиографический список

1. Рождественская Л. Н., Романенко С. П., Чугунова О. В. Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья // Индустрия питания. – 2023. – Т. 8, № 2. – С. 63–72.
2. A global analysis of portion size recommendations in food-based dietary guidelines / F. Salesse, A. L. Eldridge, T. N. Mak, E. R. Gibney // *Frontiers in Nutrition*. – 2024. – No. 19. – Art. 11:1476771.
3. A Global Review of Food-Based Dietary Guidelines / A. Herforth, M. Arimon, C. Álvarez-Sánchez et al. // *Advances in Nutrition*. – 2019. – No. 10 (4). – P. 590–605.
4. Gil Á., Martínez de Victoria E., Olza J. Indicators for the evaluation of diet quality // *Nutrición Hospitalaria*. – 2015. – Suppl. 3. – Art. 128–44.
5. Livingstone M. B., Pour-shahidi L. K. Portion size and obesity // *Advances in Nutrition*. – 2014. – No. 5 (6). – Art. 829–34.
6. Portion Size Recommendations in Food-Based Dietary Guidelines: A Global Review of the Methods / F. Salesse, A. L. Eldridge, T. N. Mak, E. R. Gibney // *Proceedings*. – 2023. – No. 91. – Art. 385.
7. Role of portion size in the context of a healthy, balanced diet: A case study of European countries / M. Carruba, M. Ragni, C. Ruocco et al. // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2023. – No. 20 (6). – Art. 5230.
8. Steenhuis I. H., Vermeer W. M. Portion size: review and framework for interventions // *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. – 2009. – No. 6. – Art. 58.

**И. Б. Сегова, З. А. Чалый, Л. П. Захарова, У. В. Иванова,
А. Л. Спиридонова, Д. М. Компанцева, В. А. Тутьяня**
ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

Изучение контаминации микотоксинами кормового зерна урожая 2021–2023 гг.¹

Аннотация. В кормовом зерне пшеницы, ячменя, овса и кукурузы урожая 2021–2023 гг. в основном были выявлены фузариотоксины дезоксиниваленол, 3-ацетилдезоксиниваленол, 15-ацетилдезоксиниваленол, зеараленон, токсин Т-2, неосоланиол, диацетоксискирпенол, энниатин В, фумонизины В1 и В2 и альтернариатоксины – тентоксин, альтернариол, метиловый эфир альтернариола и альтенуен. В некоторых пробах овса были обнаружены токсины «грибов хранения» (охратоксин А, охратоксин В и стеригматоцистин). Наибольшее число токсинов было найдено в зерне, полученном из Дальневосточного, Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Комбинированное загрязнение двумя и более микотоксинами было выявлено во всех образцах.

Ключевые слова: фуражное зерно; микотоксины; фузариотоксины; альтернариотоксин; грибы хранения.

Микотоксины – это вторичные метаболиты, вырабатываемые плесневыми грибами, которые обычно обнаруживаются в качестве контаминантов сельскохозяйственной продукции по всему миру. Продуценты микотоксинов (МТ) способны поражать продукты как растительного, так и животного происхождения на любом этапе их производства. МТ попадают к человеку через пищевые цепи – с молоком и тканями животных, потреблявших контаминированные корма. Воздействие МТ может привести к микотоксикозу как у животных, так и у людей. У животных воздействие токсинов через корм вызывает нарушение пищеварения, усвоения питательных веществ, обмена веществ, метаболизма. В РФ действует ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», в котором представлены предельно допустимые уровни зерна, поставляемого на кормовые цели.

Целью настоящей работы было исследование контаминации микотоксинами кормового зерна урожая 2021–2023 гг.

Пробы зерна были предоставлены для исследования центрами Роспотребнадзора: ДВФО (16 проб), Центральный ФО (ЦФО) (10 проб), СКФО (4 пробы), ЮФО (2 пробы), Приволжский ФО (ПрФО) (2 пробы) и Сибирский ФО (СибФО) (1 проба). Пробы зерна были отобраны по ГОСТ Р ИСО 24333-2011 «Зерно и продукты его переработки. Отбор проб». Загрязнение зерна МТ было изучено методом ВЭЖХ-МС/МС.

¹ НИР проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания № FGMF-2025-0001.

В зерне пшеницы были обнаружены 4 МТ (ТЕН, ДОН, ЭНН В и АОН). Загрязненные пробы поступили из ДВФО и в одном случае из СКФО. В трех из 5 изученных проб было выявлено комбинированное загрязнение ДОН и ТЕН совместно с ЭНН В и/или АОН, или без них.

В зерне ячменя были найдены 7 МТ (ДОН, 3-ацДОН, 15-ацДОН, ЗЕН, Т-2, ЭНН В и ТЕН), полученные из ДВФО, ЦФО, СКФО и СиБФО. Один из образцов ячменя из ДВФО по содержанию ДОН превышал его допустимый уровень (1 мг/кг).

В зерне овса были выявлены 15 МТ: фузариотоксины (ДОН, ЗЕН, Т-2, НТ-2, 3-ацДОН, НЕОС, ЭНН В и β -зеараленол (β -ЗЕЛ), альтернариатоксины (ТЕН, АОН, АМЭ и АЛТ) и токсины «грибов хранения» (ОТА, ОТВ и СТС). Во всех образцах овса было выявлено комбинированное загрязнение двумя и более МТ в различных сочетаниях. В основном загрязненные пробы кормового овса поступили из ДВФО, ЮФО и СКФО.

В зерне кукурузы были обнаружены 13 МТ: фузариотоксины (ФВ1, ФВ2, ДОН, Т-2, НТ-2, 3-ацДОН, НЕОС, ДАС), альтернариатоксины (ТЕН, АОН, АМЭ и АЛТ). Превышение допустимого уровня ДОН и фумонизинов было выявлено в двух образцах кукурузы, полученных из ДВФО; Т-2 – в образце, полученном из ПрФО. Комбинированное загрязнение несколькими МТ в различных комбинациях было выявлено в 64 % проб фуражного зерна кукурузы.

В связи с невозможностью полного предотвращения поражения кормового сырья микроскопическими грибами-продуцентами микотоксинов, основная роль в профилактике микотоксикозов отводится системе контроля кормов, определению их безопасных уровней и недопущению перехода МТ по пищевой цепи от животного в пищевые продукты.

Ю. В. Смотрина, Ю. М. Маркова, А. С. Полянина,
В. В. Стеценко, С. А. Шевелёва
ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

Способность формирования биопленок пищевыми штаммами на частицах микропластика¹

Аннотация. Одной из глобальных проблем безопасности пищи является микропластик (МП), который повсеместно обнаруживается в питьевой воде и пищевых продуктах, в том числе аквакультуре, соли и др., выделяется из пищевых контейнеров, пластиковых досок и другого инвентаря, в конечном результате попадает в кишечник человека. Учитывая способность микроорганизмов к адгезированию, сохранению и биопленкообразованию на любых видах пластических материалов, существуют опасения, основанные на возможном попадании в пищевую цепь возбудителей пищевых инфекций и отравлений в составе биопленок на МП.

Ключевые слова: микропластик; *Salmonella enteritidis*; *Acinetobacter baumannii*; биопленки; пищевые штаммы, безопасности пищи

Целью работы стало оценить способность бактерий пищевого происхождения к формированию биопленок на поверхности стандартных образцов микропластика в модельном эксперименте *in vitro*.

Материалы и методы

Для инокуляции частиц микропластика (МП) использовали суточные культуры штаммов пищевого происхождения *Salmonella enteritidis* и *Acinetobacter baumannii*. Исходный инокулят плотностью $1,2 \cdot 10^9$ КОЕ/мл и его последовательные десятикратные разведения (10^8 , 10^6 , 10^4 КОЕ/мл) культивировали в триптон-соевом бульоне с дрожжевым экстрактом с добавлением крахмала 1,5 %, который использовали для повышения вязкости среды и предотвращения коагуляции частиц МП.

Для опыта отобраны частицы полиэтилена низкой плотности (LDPE) с размерами 500 и 250-500 μm , исходя из широкой распространенности данных пластиков в пищевой промышленности в качестве инвентаря и поверхностей оборудования, а также высокой скорости их истирания. Задавали концентрацию частиц каждого размера по массе 10 мг в 1 мл. Для опыта использованы нестерильные частицы МП, а также предварительно обработанные 96 % спиртом и последующим облучением под УФ-лампы до полного высыхания.

¹ Работа выполнена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований № FGMF-2023-0005.

В качестве отрицательного контроля использовали неинокулированную среду без микроорганизмов и пластика, в качестве положительного – среду, содержащую только пластик. Инкубировали при двух температурах 37 и 30 °С в течение 24 ч в пластиковых микроцентрифужных и стеклянных пробирках.

После завершения инкубации максимально отбирали жидкую часть из-под слоя поднявшихся на поверхность МП, далее производили высвобождение биопленок, путем промывания осадка и стенок пробирки стерильным NaCl 0,85 % для удаления планктонных клеток с использованием стерильных стеклянных шариков (d 3–4 мм), выдержки в ультразвуковой бане вместе в течение 15 мин и последующим перемешиванием на вортексе. В элюате измеряли оптическую плотность (ОП) на приборе *BioSpectrometer Eppendorf* при длине волны 600 нм.

Результаты

Биопленкообразование на предварительно обработанных частицах МП *LDPE* размером 250–500 μm культурой *S. enteritidis* показало позитивный результат – все дозы культуры от 10^4 до 10^8 КОЕ/мл формировали биоматрикс, плотность которого возрастала вместе с дозой культуры.

При исследовании с культурой *A. baumannii* с *LDPE* того же размера были выявлены те же тенденции, что и на *S. enteritidis*. При этом на МП меньшего размера (250–500 μm) происходило более активное формирование биопленок, чем на МП размером 500 μm , где высокая ОП наблюдалась только при концентрации инокулята 10^8 КОЕ/г. То есть большее нарастание ОП при малом размере *LDPE*, отмеченное для сальмонелл, наблюдалось и у ацинетобактера.

Кроме того, на обеих культурах была обнаружена особенность: величины ОП культуральной жидкости в присутствии МП снижались по сравнению с ОП среды с чистыми культурами микроорганизмов, но без МП в среднем на 40–55 %. Это подтверждало наше предположение о конкуренции за адгезию с пластиком микропробирок.

В результате исследования нестерильных частиц МП, естественно обсемененных микроорганизмами из окружающей среды, обнаружено формирование биоматрикса на *LDPE* с размером 250–500 μm , но при этом не выявлялась зависимость от дозы.

Выводы

Штаммы пищевого происхождения способны к формированию биопленок в присутствии МП, активность которого выше при уменьшении размера МП.

Необходим структурный анализ компонентов биопленок на МП.

И. Е. Соколов, А. А. Шумакова, З. Г. Гурзу,
О. В. Багрянцева, С. А. Хотимченко
ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

**Оценка в эксперименте аллергенных свойств
ферментного препарата, содержащего α -амилазу,
полученную из ГМ-штамма
Komagataella phaffii Y-5231¹**

Аннотация. В соответствии с ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» в пищевой промышленности допускается использование только безопасных для здоровья ферментных препаратов (ФП) нового вида, в том числе из мутантных и генетически модифицированных (ГМ) микроорганизмов. Проведены исследования по изучению влияния ФП – α -амилазы из ГМ-штамма *Komagataella phaffii* 2xAmy-BaLi-a-II-ZeoR-(Y-5231) на организм лабораторных животных, парентерально сенсибилизированных овальбумином, с использованием модели системной анафилаксии. Для данного вида дрожжеподобных грибов утвержден статус безопасных при применении в производстве пищевой продукции и ФП. В результате не было выявлено аллергенного действия изученного продукта на организм крыс.

Ключевые слова: пищевая аллергия; ферментный препарат; α -амилаза; ГМ-штамм *Komagataella phaffii*; системная анафилаксия.

Цель – изучение влияния ферментного препарата (ФП) – α -амилазы, полученного из ГМ-штамма *Komagataella phaffii* 2xAmy-BaLi-a-II-ZeoR-(Y-5231) на тяжесть реакции системной анафилаксии, уровни специфических антител IgG у крыс, парентерально сенсибилизированных овальбумином (ОВА).

В работе использовали ФП – α -амилаза, полученная из ГМ-штамма *Komagataella phaffii* 2xAmy-BaLi-a-II-ZeoR-(Y-5231), производства ООО «ИЦ «Бирюч-НТ»². Проведен 30-дневный эксперимент на 2 группах крыс самцов линии Вистар, численностью по 25 животных в каждой, с равной исходной массой тела, $161 \pm 1,4$ г (здесь и далее $M \pm m$). Крысы обеих групп получали в течение всего эксперимента рацион, приготовленный по AIN-93, воду – *ad libitum*, а также внутривенно (в/в) – дистиллированную воду (контрольная группа) и ФП в дозе 10 мг на 1 кг массы тела животного в сутки

¹ Исследование выполнено за счет средств субсидии Минобрнауки России на выполнение государственного задания № FGMF-2025-0004.

² Update of the list of qualified presumption of safety (QPS) recommended microbiological agents intentionally added to food or feed as notified to EFSA 21: Suitability of taxonomic units notified to EFSA until September 2024 / K. Koutsoumanis, A. Allende, A. Alvarez-Ordóñez et al. // EFSA Journal. – 2025. – Vol. 23 (1). – Art. 9169.

(мг/кг м. т. в сут). В сыворотке крови крыс определяли концентрацию специфических антител IgG к ОВА. Статистическую обработку результатов исследования проводили путем расчета среднего (М) и стандартной ошибки (m) после установления соответствия распределения данных нормальному закону в соответствии с критерием Колмогорова-Смирнова. Достоверность различий средних значений массы животных, уровней антител к ОВА между группами определяли с использованием непараметрического рангового *U*-критерия Манна-Уитни. Во всех случаях различия признавали достоверными на уровне значимости $p \leq 0,05$. При расчетах использовали пакеты программ *Excel (MS Office 365)* и *IBM SPSS Statistics 20.0*. Как следует из данных по воспроизведению анафилактического шока, летальность, число тяжелых реакций анафилаксии (количество +++ и ++++ реакций в сумме) и анафилактический индекс у крыс опытной группы достоверно не отличались от показателей животных контрольной группы. Летальность: контрольная группа – 10 из 25 (40 %), опытная группа – 11 из 23 (48 %); число тяжелых реакций: контрольная группа – 13 из 25 (52 %), опытная группа – 11 из 23 (48 %); анафилактический индекс: контрольная группа – $2,72 \pm 0,25$, опытная группа – $2,65 \pm 0,29$. По уровню специфических антител IgG к овальбумину животные опытной группы, получавшие ФП ($8,1 \pm 1,0$ мг/мл), также не отличались от животных контрольной группы ($7,6 \pm 0,8$ мг/мл). Таким образом, проведенные исследования влияния ФП – α -амилазы, полученную из ГМ-штамма *Komagataella phaffii 2xAmy-BaLi-a-II-ZeoR-(Y-5231)* на организм лабораторных животных (крыс), воспроизведенных на модели системной анафилаксии, не выявили аллергенного действия изученного продукта.

А. Л. Спиридонова, З. А. Чалый, И. Б. Сегова,
Д. М. Компанцева, М. И. Главица, В. А. Тутельян
ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

Изучение контаминации пищевых продуктов эмерджентными токсинами грибов рода *Alternaria*¹

Аннотация. Альтернариатоксины (АТ) представляют собой вторичные метаболиты плесневых грибов рода *Alternaria*, относящиеся в настоящее время к эмерджентным (малоизученным) микотоксинам (МТ). Были изучены частота обнаружения и уровни загрязнения 5 АТ (альтернариол (АОН), его метиловый эфир (АМЕ), альтенуен (АЛТ), тентоксин (ТЕН), тенуазоновая кислота (ТеА)) семян подсолнечника, гранолы, отрубей и детского питания. Преимущественно в пробах гранолы обнаруживали ТЕН, отрубей – ТеА, подсолнечника – ТЕН и ТеА. АМЕ и АОН детектировали редко. Среди продуктов детского питания чаще АТ выявляли в образцах фруктово-ягодного пюре, уровни загрязнения токсинами были невысокие.

Ключевые слова: эмерджентные микотоксины; альтернариатоксины; контаминация; хромато-масс-спектрометрия.

Известно, что плесневые грибы рода *Alternaria*, являются контаминантами пищевых продуктов вторичными продуктами метаболизма (микотоксинами (МТ)). Данные вещества могут проявлять генотоксическое, цитотоксическое и иммунотоксическое действие, являясь факторами риска для здоровья человека.

На данный момент в мире не установлено гигиенических регламентов содержания альтернариатоксинов (АТ) в пищевой продукции, в результате чего эти потенциальные загрязнители пищевых продуктов остались в статусе так называемых эмерджентных (малоизученных) микотоксинов (ЭМТ). Однако, в Европейском союзе введены ориентировочные уровни АТ², превышение которых служит основанием для проведения дополнительных исследований продукции, в том числе для семян подсолнечника и детского питания на зерновой основе.

С использованием оптимизированных методов количественного определения АТ в пищевых продуктах, основанных на высокоэффективной жидкостной хроматографии с tandemным масс-спектрометрическим детектированием, изучено содержание альтернариола (АОН), его метилового эфира (АМЕ), альтенуена (АЛТ), тентоксина (ТЕН) и тенуа-

¹ НИР проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания № FGMF-2023-0006.

² Commission recommendation (EU) 2022/553 of 5 April 2022 on monitoring the presence of *Alternaria* toxins in food // European Union. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2022/553/oj/eng> (дата обращения: 27.02.2025).

зоновой кислоты (*TeA*) в образцах семян подсолнечника (35 проб), продуктов детского питания (31 проба), гранолы (11 проб) и зерновых отрубей (10 проб).

В семенах подсолнечника чаще обнаруживали *TEN* (46 % случаев) и *TeA* (40 % случаев) в количествах от 1,04 до 4,12 мкг/кг и от 277 до 2587 мкг/кг соответственно. Только в одном из изученных образцов были выявлены одновременно 4 *AT* (*АОН*, *АМЕ*, *TEN* и *TeA*).

В образцах гранолы преобладало загрязнение *TEN*: 73 % образцов содержали от 42 до 103 мкг/кг токсина. В единичном случае было также выявлено загрязнение *АОН* и *АМЕ* на уровне 2072 и 520 мкг/кг соответственно.

При исследовании образцов овсяных отрубей, в 9 из 10 изученных проб была найдена *TeA* в количестве от 100 до 182 мкг/кг. При этом в образце ржаных отрубей содержание *TeA* было значительно выше – 975 мкг/кг, наряду с *TeA* был найден *TEN* в количестве 16,9 мкг/кг.

Наименее загрязненными *AT* оказались продукты детского питания (фруктово-ягодное пюре (15 проб), овощное пюре (7), мясное пюре (5) и детская каша (4)). Чаще всего токсинами были загрязнены образцы фруктово-ягодного пюре: в четырех пробах был выявлен *TEN* в количестве от 0,66 до 1,53 мкг/кг, в трех пробах был найден *АОН* (от 2,88 до 4,65 мкг/кг) и в одной пробе – *АМЕ* (2,34 мкг/кг). В трех образцах было выявлено одновременно несколько токсинов. Следовые количества *TeA* были найдены в одном из семи образцов овощного пюре и одном из пяти образцов мясного пюре. В остальных продуктах детского питания *AT* выявлены не были.

Таким образом, впервые получены сведения о загрязненности альтернативными токсинами семян подсолнечника, гранолы, отрубей и продукции для детского питания. Практически все виды перечисленных продуктов были загрязнены токсинами, преимущественно *TEN* и *TeA*. *TEN* оказался приоритетным загрязнителем семян подсолнечника – 46 % (1,04–4,12 мкг/кг) и гранолы – 73 % (42–103 мкг/кг); *TeA* – овсяных и ржаных отрубей. Продукты детского питания были наименее загрязнены *AT*, однако были обнаружены *TEN*, *АОН* и *АМЕ* на низких уровнях.

В. В. Стеценко, А. С. Полянина, Ю. М. Маркова, Ю. В. Смотрина,
И. Б. Быкова, Н. Р. Ефимочкина, С. А. Шевелёва
ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

Формирование биопленок бактериями рода *Cronobacter* в условиях *in vitro*¹

Аннотация. Бактерии *Cronobacter sakazakii* считаются одним из наиболее опасных патогенов семейства *Enterobacteriaceae*, поскольку ассоциируются с тяжелыми заболеваниями у детей раннего возраста; одним из возможных путей передачи инфекции являются сухие продукты детского питания. *Cronobacter sp.* могут образовывать биопленки в моно- и смешанных микробных ассоциациях. Большая часть исследований посвящена биопленкам, сформированным одним штаммом *C. sakazakii*, однако в реальной среде биопленки в смешанных популяциях встречаются чаще, чем моновидовые. Образование биопленок *Cronobacter sp.* способствует выживанию патогенов в условиях внешней среды, а также может быть фактором, способствующим снижению восприимчивости к противомикробным препаратам и биоцидам, используемым на пищевых предприятиях. Кроме того, биопленки на поверхностях оборудования становятся источником микробного загрязнения пищевых продуктов в процессе производства.

Ключевые слова: биопленки; *Cronobacter sakazakii*; оптическая плотность; детское питание; *Klebsiella pneumoniae*.

Цель исследования: в условиях *in vitro* изучить способность к образованию биопленок и интенсивность формирования экзоматрикса бактериями рода *Cronobacter* в моно- и смешанных популяциях с микробными контаминантами производственной среды перерабатывающих предприятий.

В работе использовали референсный тест-штамм *C. sakazakii* 534/80, а также *Campylobacter jejuni*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *Klebsiella pneumonia* [2; 4]. При изучении пленкообразования варьировали параметры газовой среды (микроаэрофильные, аэробные условия), температурные режимы инкубации. Штаммы выращивали в бульоне Мюллера-Хинтона (МХБ). Инокуляты вносили в лунки планшета по 200 мкл. В качестве контроля использовали стерильную среду. Результаты интерпретировали по оптической плотности (ОП) окрашенного растворителя, которую измеряли с использованием спектрофотометра *SUNRISE BasicRC* (570 нм). Наличие матрикса биопленок в лунках, измерение ОП окрашенных инокулятов и результаты оценивали по [1]. Наиболее интенсивно процесс формирования биопленки *C. sakazakii* происходил в микроаэрофильных усло-

¹ Работа выполнена при поддержке РФФ № 23-16-00163.

виях при 25 °С, инкубирование при 42 и 37 °С не приводило к образованию биопленки, однако отмечался интенсивный рост штаммов. При совместном культивировании *C. sakazakii* с *Kl. pneumoniae* в аэробных условиях при 37 и 25 °С отмечалось формирование биопленки, тогда как монокультуры этих микроорганизмов в данных условиях биопленки не образовывали. Отсутствие пленкообразования также регистрировали при культивировании *C. sakazakii* с *Ps. aeruginosa*.

C. sakazakii в монокультурах проявляли способность к образованию биоматрикса только в микроаэрофильных условиях при 25 °С. Биопленки на поверхностях оборудования становятся источником микробного загрязнения пищевых продуктов в процессе производства [3]. В аэробных условиях биопленки достоверно формировались при совместном культивировании *C. sakazakii* с *Kl. pneumoniae* при 37 и 25 °С. Способность *C. sakazakii* образовывать биопленки может способствовать их выживанию на поверхностях предприятий по производству детского питания и в готовых продуктах, что значительно повышает риск распространения опасных для детей раннего возраста патогенов.

Библиографический список

1. Формирование биопленок пищевыми патогенами и разработка на их основе лабораторной модели *in vitro* для исследования бактерий рода *Campylobacter* / Н. Р. Ефимочкина, И. Б. Быкова, Ю. М. Маркова и др. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2016. – Т. 162, № 10. – С. 470–475.
2. *Enterobacter sakazakii*: an emerging foodborne pathogenic bacterium / X. F. Zhou, S. Z. Fu, J. X. Gao, H. Y. Chen // Annals of microbiology. – 2012. – Vol. 62, no. 1. – P. 1–5.
3. Food safety risks and contributing factors of *Cronobacter* spp. / N. Ling, X. Jiang, S. J. Forstythe et al. // Engineering. – 2022. – Vol. 12. – P. 128–138.
4. Invited review: Stress resistance of *Cronobacter* spp. affecting control of its growth during food production / L. Wang, S. J. Forstythe, X. Yang et al. // Journal of Dairy Science. – 2021. – Vol. 104, no. 11. – P. 11348–11367.

А. В. Сухова, Е. А. Преображенская, И. В. Лапко
ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана Роспотребнадзора,
г. Мытищи, Московская область

Актуальные вопросы профилактики алиментарно-зависимых заболеваний у трудоспособного населения

Аннотация. Приоритетными направлениями повышения эффективности профилактики алиментарно-зависимых заболеваний трудоспособного населения являются мониторинг питания населения с оценкой алиментарно-обусловленных рисков здоровью, характера и структуры питания, закономерностей влияния питания и особенностей трудовой деятельности на алиментарный статус человека, разработка специализированных пищевых продуктов, повышение информированности и приверженности здоровому питанию.

Ключевые слова: алиментарно-зависимые заболевания; трудоспособное население, здоровое питание; профилактика.

Роль питания в формировании здоровья трудоспособного населения, профилактике социально значимых алиментарно-зависимых заболеваний (АЗЗ), к которым относят гипертоническую болезнь, ишемическую болезнь сердца, сахарный диабет, ожирение, является определяющей для сохранения активного долголетия и поддержания качества жизни.

Цель исследования – охарактеризовать приоритетные направления повышения эффективности профилактики АЗЗ у трудоспособного населения.

Гигиеническая оценка питания и пищевого поведения разных групп трудоспособного населения свидетельствует об алиментарно-обусловленных рисках, связанных с поведенческими факторами и несбалансированными рационами и характеризующихся нарушением структуры фактического питания, несоответствия потребления пищевых веществ и энергии физиологическим потребностям, избыточном потреблении жиров, простых сахаров, недостаточном потреблении полиненасыщенных жирных кислот, минералов, витаминов, пищевых волокон [1; 4].

Повышение эффективности профилактики АЗЗ у трудоспособного населения должно основываться на оценке алиментарно-обусловленных рисков для здоровья, анализе характера и структуры питания, закономерностях влияния питания на здоровье и алиментарный статус человека, региональных особенностях и характере трудовой деятельности.

Программы индивидуальной и популяционной профилактики АЗЗ в организованных трудовых коллективах должны включать формирова-

ние привычек рационального питания и моделей пищевого поведения, повышение физической активности. Профилактика АЗЗ должна формироваться с учетом региона проживания, влияния экологических факторов.

Для работающих во вредных условиях труда особое значение имеет сбалансированное питание, которое снижает последствия отрицательного влияния вредных производственных факторов на организм. В этом случае разработка специализированной пищевой продукции для диетического лечебно-профилактического питания особенно актуальна.

В целях оптимизации питания и профилактики АЗЗ применение технологий искусственного интеллекта и информационных технологий позволит выполнять анализ фактического питания и формировать персонализированные рекомендации по питанию с учетом генома, гендерных признаков, возраста, профессии [2].

Перспективными направлениями в обеспечении безопасности питания и профилактики АЗЗ, являются мониторинг питания населения трудоспособного возраста, цифровая нутрициология, обеспечение токсико-гигиенической безопасности пищевых продуктов, разработка специализированных пищевых продуктов, повышение информированности и приверженности здоровому питанию [3].

Библиографический список

1. Горбачев Д. О. Гигиеническая оценка рисков здоровью трудоспособного населения, обусловленных питанием // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2019. – № 9. – С. 33–39.

2. Медицина будущего: роль искусственного интеллекта в оптимизации питания для здоровьесбережения населения России / В. А. Тутельян, И. Ю. Тармаева, М. А. Каде, Д. Б. Никитюк // Вопросы питания. – 2024. – Т. 93, № 4. – С. 6–13.

3. Тутельян В. А., Никитюк Д. Б. Ключевые проблемы в структуре потребления пищевой продукции и прорывные технологии оптимизации питания для здоровьесбережения населения России // Вопросы питания. – 2024. – Т. 93, № 1. – С. 6–21.

4. Характеристика питания и пищевого статуса рабочих различных промышленных предприятий Свердловской области / Т. В. Мажаева, С. Э. Дуденко, А. В. Погожева, С. А. Хотимченко // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 1. – С. 72–78.

Образовательные программы в области здорового питания для специалистов и населения России¹

Аннотация. В рамках деятельности образовательного кластера «Здоровое питание», созданного на базе ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», разработаны дифференцированные программы, как для специалистов, так и для населения. Предложено выделить два основных направления деятельности: образовательное и информационно-просветительское.

Ключевые слова: образовательный кластер; здоровое питание; образовательная программа.

Нарушения питания приводят к существенному риску развития алиментарно-зависимых заболеваний, что снижает качество и продолжительность жизни, является большим экономическим бременем для страны [2]. В связи с низким уровнем знаний в вопросах питания населением России [1] на базе ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» создан образовательный кластер «Здоровое питание». Ресурсы и квалификация участников кластера, объединившего научный и кадровый потенциал «ФИЦ питания и биотехнологии» и образовательные возможности 5 профильных кафедр ведущих вузов страны (кафедра гигиены питания и токсикологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России; кафедра диетологии и нутрициологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; кафедра гастроэнтерологии, диетологии факультета дополнительного профессионального образования и кафедра факультетской терапии лечебного факультета ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова»; кафедра экологии и безопасности пищи Института экологии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», позволяют эффективно решать задачи, которые стоят перед системой образования специалистов и населения в области здорового питания [3]. Нами разработаны программы дополнительного образования – курсы профессиональной переподготовки, повышения квалификации, создаются дифференцированные программы для специалистов: врачей, нутрициологов, технологов, профессорско-преподавательского состава медицинских

¹ Исследование выполнено в рамках средств, выделяемых для реализации государственного задания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» № FGMF-2023-0002.

ВУЗов, педагогов и тренеров спортивных школ, фитнес-тренеров, работников пищевой индустрии, аспирантов и ординаторов, а также образовательные и просветительские программы для различных групп населения, вся подробная информация о курсах представлена на сайте Центра (www.iop.ru). Учитывая высокую эффективность информационно-просветительской работы, помимо образовательного блока необходимо выделить информационно-просветительский блок, в том числе с привлечением лидеров общественного мнения и средств массовой информации.

Таким образом, реализация системного подхода к образованию специалистов и населения в области здорового питания, его организационного, научного, методического, учебного обеспечения в рамках образовательного кластера создает условия для формирования общероссийской системы образования в области здорового питания населения Российской Федерации. Успешная реализация обучающих программ образовательного кластера «Здоровое питание» – необходимое условие повышения качества жизни и здоровья населения.

Библиографический список

1. *Внедрение обучающей программы по вопросам здорового питания для групп населения, проживающих на территориях с особенностями в части воздействия факторов окружающей среды, в рамках национального проекта «Демография»* / В. Б. Алексеев, Д. Н. Лир, К. П. Лужецкий, П. З. Шур // Гигиена и санитария. – 2020. – № 99 (12). – С. 1412–1417.
2. *Попова А. Ю., Тутельян В. А., Никитюк Д. Б. О новых (2021) Нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации* // Вопросы питания. – 2021. – Т. 90, № 4. – С. 6–19.
3. *Тутельян В. А., Никитюк Д. Б., Тармаева И. Ю. Формирование общероссийской системы образования в области здорового питания населения* // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102, № 10. – С. 1012–1018.

К. А. Тимошенко, Н. В. Тышко, М. А. Палеева,
Э. О. Садыкова, С. И. Шестакова
ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

Анализ жирнокислотного состава съедобных насекомых *Tenebrio molitor*, *Acheta domesticus* и *Hermetia illucens*¹

Аннотация. Увеличение спроса на животные жиры со стороны пищевой промышленности является одним из основных факторов роста рынка масло-жировой продукции, включающих поиск новых источников сырья животного происхождения, к которым можно отнести, например, личинок съедобных насекомых, содержащих до 40 % жира (по массе сухого вещества). В работе проведен анализ жирнокислотного состава 3 видов съедобных насекомых – мучного хрущака (*Tenebrio molitor*), сверчка домашнего (*Acheta domesticus*) и черной львинки (*Hermetia illucens*), которые в настоящее время рассматриваются как перспективное сырье пищевого назначения.

Ключевые слова: насекомые; жиры; жирные кислоты; пищевая продукция нового вида.

Последние годы растет спрос на животные жиры, являющиеся важной частью рациона: в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах (МР 2.3.1.0253-21), доля жиров в питании современного человека должна составлять до 30 % от суточной калорийности. В пищевой промышленности жиры используются в составе рецептур для улучшения внешнего вида продукции, придания требуемой консистенции и текстуры, повышения вкусовых качеств и консервирования продуктов. Кроме того, животные жиры содержат олеиновую кислоту, положительно влияющую на сердечно-сосудистую систему и обладающую противовоспалительными свойствами. В производстве, в частности в хлебопечении, отдают предпочтение именно животным жирам, в том числе – сливочному маслу, из-за их вкуса и качеств, проявляющихся при выпечке и жарке.

Жирнокислотный профиль насекомых (28 жирных кислот) определяли по ГОСТ 31663-2012 «Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот».

Анализ липидной фракции насекомых показал, что 94 % жирнокислотного состава *H. illucens* представлено лауриновой (39,92±0,90 %), миристиновой (11,03±0,09 %), пальмитиновой (18,41±0,24 %), пальмитолеиновой (3,06±0,02 %), стеариновой (2,55±0,10 %), олеиновой (12,89±0,47 %) и линолевой (5,49±0,15 %) кислотами.

¹ НИР по подготовке рукописи проведена на средства Минобрнауки России в рамках государственного задания № FGMF-2025-0005.

Жир, выделенный из биомассы *T. molitor*, на 96 % состоял из миристиновой ($2,59 \pm 0,52$ %), пальмитиновой ($18,20 \pm 3,64$ %), пальмитолеиновой ($1,45 \pm 0,29$ %), стеариновой ($3,54 \pm 0,71$ %), олеиновой ($41,4 \pm 8,29$ %) и линолевой ($28,6 \pm 5,7$ %) кислот.

Основной вклад (95 %) в общее содержание жирных кислот биомассы *A. domesticus* также вносили миристиновая ($0,76 \pm 0,15$ %), пальмитиновая ($25,8 \pm 5,1$ %), пальмитолеиновая ($1,14 \pm 0,23$ %), стеариновая ($7,33 \pm 1,47$ %), олеиновая ($24,2 \pm 4,8$ %) и линолевая ($35,7 \pm 7,1$ %) кислоты.

Три вида исследованных насекомых значительно отличались друг от друга по содержанию лауриновой кислоты, в значимом количестве присутствующей только в *H. illucens*, олеиновой кислоты, составляющей основную долю состава жиров *T. molitor*, и линолевой, наибольшее содержание которой отличало *A. domesticus*.

Анализ состава известных жиров животного происхождения, позволил отметить схожесть жирнокислотного состава *H. illucens* с рыбьим жиром, содержащим 2,0–5,0 % миристиновой, 10,0–16,0 % пальмитиновой, 4,0–6,0 % пальмитолеиновой, 2,0–5,0 % стеариновой, 8,0–16,0 % олеиновой и 1,5–2,5 % линолевой кислот. Профиль жирных кислот *T. molitor* и *A. domesticus* в большей степени соответствуют свиному и говяжьему жиру (в % от общего содержания жирных кислот: миристиновая 0,8–1,4 и 3,0–3,6, пальмитиновая 25,4–27,0 и 22,6–28,3, пальмитолеиновая 1,8–3,0 и 2,1–3,1, стеариновая 13,1–13,4 и 19,1–23,0, олеиновая 28,5–31,4 и 14,5–40,3, линолевая 7,5–22,0 и 2,0–7,0).

Таким образом, жирнокислотный состав изученных насекомых имеет сходные профили с жирами промысловых рыб и сельскохозяйственный животных. При этом все три вида насекомых могут быть источниками получения пальмитиновой и олеиновой кислот, дополнительно *H. illucens* является источником лауриновой и миристиновой кислот, а биомасса *T. molitor* и *A. domesticus* – линолевой.

Ю. В. Трифонова¹, Е. П. Потапкина^{1,2}, Т. В. Мажаева^{1,3}

¹ ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург;

² Центральный Екатеринбургский отдел

Управления Роспотребнадзора по Свердловской области, г. Екатеринбург;

³ Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург

Качество питания и функциональное состояние организма школьников

Аннотация. Состояние здоровья современных школьников вызывает опасения. В связи с этим целью исследования обозначена оценка качества питания и функционального состояния организма школьников по вариабельности сердечного ритма. Результаты исследования свидетельствуют о том, что почти треть школьников имеют фенотип некачественного несбалансированного питания, ожирения и вегетативных нарушений, отраженных в показателях вариабельности сердечного ритма.

Ключевые слова: качество питания; детский организм; дети школьного возраста.

Введение

Состояние здоровья современных школьников вызывает опасения, в связи с влиянием питания и образа жизни на соматическое и когнитивное развитие, а также на качество жизни в долгосрочной перспективе [1; 4; 5].

Цель исследования – оценить качество питания и функциональное состояние организма школьников по вариабельности сердечного ритма.

Материалы и методы

Обследованы 83 учащихся школ г. Екатеринбурга в возрасте 11–14 лет. Проведена оценка питания анкетным методом, расчет индекса качества питания (ИКП), оценка данных антропометрических измерений (ИМТ), содержания жировой массы тела (ЖМТ), а также показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР). Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с помощью программ *Microsoft Excel*, *BM SPSS Statistics-20*.

Результаты

У 67,5 % обследованных школьников отмечается избыточное потребление жиров и сахаров при недостаточном потреблении зерновых, овощей, продуктов-источников белка (мясных, рыбных и молочных продуктов). От 60 до 99 % школьников имеют дефицит энергетической ценности, белков, пищевых волокон, ПНЖК, витаминов А, В₁, В₂ в рационе.

При оценке ВСР неустойчивый тип вегетативной регуляции и повышенную степень перенапряжения регуляторных систем выявлены у 16,9 % школьников. У трети обследованных нейрогуморальный баланс неустойчивый, а использование энергетических ресурсов

неоптимальное. 19,3 % обследованных имеют избыточную массу тела, а 13,3 % – ожирение. Дефицит массы тела чаще отмечается среди девочек, ожирение – у мальчиков на 26,3 %. Высокие показатели ЖМТ имеют 85,9 % детей с повышенной массой тела. Среди девочек с нормальным ИМТ 8 % имеют избыточную долю ЖМТ. Установлена обратная связь между ЧСС и уровнем адаптации организма, показателями вегетативной и нейрогуморальной регуляции, психоэмоционального состояния и комплексным показателем здоровья. Преобладание симпатической активности вегетативной нервной системы напрямую ассоциировано с дефицитом витаминов А и С. Вероятность наличия избыточного ИМТ и высокого ЖМТ у детей с неудовлетворительным показателем индекса качества питания в 4 раза выше, чем у детей с удовлетворительным ИКП.

Заключение

Результаты исследования свидетельствуют о том, что почти треть школьников имеют фенотип некачественного несбалансированного питания, ожирения и вегетативных нарушений, отраженными в показателях ВСР. Формирования фенотипа ожирения с преобладанием симпатической нервной системой усугубляет риски сердечно-сосудистой патологии [2; 3; 6].

Библиографический список

1. *Associations between body mass index and height during childhood and adolescence and the risk of coronary heart disease in adulthood: a systematic review and meta-analysis* / J F. Meyer, S. B. Larsen, K. Blond et al. // *Obesity Reviews*. – 2021. – Vol. 22 (9). – Art. e13276.
2. *Dietary and lifestyle patterns are associated with heart rate variability* / E. Reginato, D. Azzolina, F. Folino et al. // *Journal of Clinical Medicine*. – 2020. – Vol. 9 (4). – Art. 1121.
3. *Lopresti A. L. Association between micronutrients and heart rate variability: A review of human studies* // *Advances in Nutrition*. – 2020. – Vol. 11 (3). – P. 559–575.
4. *Sommer A., Twig G. The impact of childhood and adolescent obesity on cardiovascular risk in adulthood: a systematic review* // *Current diabetes reports*. – 2018. – Vol. 18. – P. 1–6.
5. *Tracking of obesity in Childhood into Adulthood: Effects on Body Mass Index and Fat Mass Index at age 50* / A. G. Rundle, P. Factor-Litvak, S. F. Suglia et al. // *Childhood Obesity*. – 2020. – Vol. 16 (3). – P. 226–233.
6. *Young H. A., Benton D. Heart-rate variability: a biomarker to study the influence of nutrition on physiological and psychological health?* // *Behavioural pharmacology*. – 2018. – Vol. 29 (2, 3). – P. 140–151.

С. А. Хотимченко, О. В. Багрянцева, А. И. Колобанов,
А. А. Шумакова, Т. Е. Селезнева
ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

Обоснование изменения максимально допустимого уровня кадмия в семенах подсолнечника¹

Аннотация. Российский агропромышленный комплекс с 2014 г. демонстрирует двукратный рост производства подсолнечника. Вместе с тем выращивание этой культуры сопряжено с проблемой загрязнения кадмием (Cd) объектов окружающей среды. Это ведет к превышению установленных регламентов содержания Cd в готовой пищевой продукции, что делает необходимым проведение дополнительной оценки содержания Cd в семенах (ядрах) подсолнечника и продуктах, производимых на их основе.

Ключевые слова: кадмий (Cd); максимально допустимый уровень (МДУ); ядра подсолнечника.

Известно, что подсолнечник способен аккумулировать Cd в достаточно больших количествах [2]. В этой связи наблюдаемый в период 2014–2025 гг. в России рост объемов производства семян подсолнечника, сопряженность уровня их загрязненности, а также пищевой продукции изготавливаемой на их основе, кадмием, может быть связан с увеличением рисков здоровью потребителей.

Cd – токсичный элемент, загрязняющий окружающую среду и пищевую продукцию, в основном, в результате антропогенной деятельности человека. Комитетом экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (JECFA) установлен условно-допустимый уровень поступления Cd в организм человека за месяц (PTMI) – 25 мкг/кг массы тела. Международное агентство по исследованию рака отнесло кадмий к канцерогенам 1 группы².

В соответствии с ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна» содержание кадмия в семенах подсолнечника не должно превышать 0,1 мг/кг. В семенах подсолнечника, предназначенных для непосредственного употребления в пищу МДУ Cd составляет не более 0,2 мг/кг; в семенах подсолнечника, предназначенных для промышленной переработки на масло подсолнечное – не более 0,35 мг/кг (этот норматив установлен только для производителей, изготавливающих масло подсолнечное из

¹ Исследование выполнено по договору на выполнение НИР между ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (г. Минск) и ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (г. Москва) № 9/н от 11.03.2025 г

² *Evaluation of certain food additives and contaminants: ninety-first report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* // World Health Organization. – URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240054585> (дата обращения: 01.02.2025).

семян, полученных на территориях Республики Казахстан и Российской Федерации). Согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» МДУ содержания Cd в семенах подсолнечника для пищевых целей, в сахаристых и мучных кондитерских изделиях, восточных сладостях не должно превышать 0,1 мг/кг. Разница в уровнях накопления кадмия в оболочке и ядрах семян подсолнечника на сегодняшний день не известна.

Анализ 86 проб семян подсолнечника показал, что в 39 образцах выявлено содержания кадмия от 1,1 до 5,2 мг/кг при норме 0,1 мг/кг. В 3 из 5 образцов подсолнечной халвы фактическое содержание кадмия превышало гигиенический норматив и находилось в пределах от 0,112 до 0,314 мг/кг [1]. Утверждение нового РТМІ поступления Cd в организм человека на фоне увеличения частоты превышения его содержания в семенах подсолнечника и продуктах их переработки, свидетельствуют о необходимости пересмотра МДУ этого загрязнителя в ядрах подсолнечника. Этот вопрос в настоящее время рассматривается в рамках выполнения НИР Евразийской экономической комиссии при участии специалистов Республики Беларусь и Российской Федерации.

Библиографический список

1. *О результатах лабораторного контроля за содержанием кадмия в семенах подсолнечника и продуктах их переработки в Гродненской области* / Т. И. Янулевич, М. М. Руфкина, М. И. Макарович и др. // Гигиенические проблемы профилактики и радиационной безопасности: сб. науч. ст., посвящ. 50-летию кафедры общей гигиены и экологии. – Гродно: ГрГМУ, 2011. – С. 293–297.
2. *Cadmium partitioning between hulls and kernels in three sunflower varieties: consequences for food/feed chain safety* / C. Nguyen, J.-P. Loison, C. Motard, S. Dauguet // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2024. – Vol. 31 (1). – P. 1674–1680.

Ю. С. Чернова¹, Т. В. Мажаева^{1,2}, С. Э. Дубенко¹

¹ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора, г. Екатеринбург;

²Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург

Оценка метаболических признаков фенотипа ожирения с высокой активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы

Аннотация. В исследовании работающих на предприятии по переработке меди оценивали индекс массы тела, вариабельность сердечного ритма и концентрацию органических кислот, что позволило выявить один из признаков фенотипа ожирения с высокой активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы, а именно дефицит источников энергии (янтарной, метилиantarной и пиколиновой органических кислот).

Ключевые слова: фенотип ожирения; индекс массы тела; органические кислоты; метаболические процессы; вариабельность сердечного ритма.

Введение

Ожирение является распространенным фенотипом современного человека, в формировании которого основную роль играют поведенческие факторы риска: нерациональное питание, гиподинамия. Признаками нарушения метаболических процессов могут быть изменения концентраций органических кислот, являющихся маркерами нездоровой модели питания. Вариабельность сердечного ритма также можно расценивать как признак метаболических (эндокринных) нарушений и признаков нарушения баланса вегетативной нервной системы. При формировании индивидуальной модели рациона питания выявленные признаки помогут более эффективно подобрать необходимые макро- и микронутриенты, предупреждающие развитие заболеваний [1].

Цель исследования – оценка метаболических признаков фенотипа ожирения с высокой активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы

Материалы и методы

Исследованы индекс массы тела (ИМТ), концентрации органических кислот в моче и вариабельность сердечного ритма у рабочих одного из промышленных предприятий. Сравнительный и корреляционный анализ осуществлялся с применением статистического программного пакета *SPSS Statistics 20*.

Результаты

Сравнение двух групп рабочих, имеющих оптимальный вес и ожирение, выявило отсутствие достоверных различий по показателям вариабельности сердечного ритма (ВСР). Однако в группе с нормальным весом концентрация пиколиновой и метилиantarной кислот в 2 раза выше, чем в группе с ожирением; в группе с ожирением концентрации

квинолиновой и 4-метил-2-оксвалериановой в 1,5 раза выше, чем в группе с оптимальной массой тела. Различия в концентрациях между группами сравнения достоверны по Манна-Уитни ($p < 0,05$). В ходе исследования обнаружено, что при активации симпатического отдела в группе с ожирением концентрации органических кислот, маркеров энергетических субстратов [2; 3; 4; 5], ниже нормы или близки к нижней границе нормы, а в группе с нормальным ИМТ, напротив, чаще встречаются выше нормы или приближены к верхней границе нормы. Вероятность низких значений янтарной кислоты при высокой активности симпатического отдела в 15,8 раза (ДИ 1,75–141,41) выше в группе рабочих с ожирением по сравнению с группой, имеющей оптимальные значения массы тела, а метилиянтарной и пиколиновой кислот — в 35 раз (ДИ 2,63–465,39).

Заключение

Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что у рабочих с оптимальной массой тела и с ожирением метаболизм при активации симпатической нервной системы протекает по-разному. При ожирении значения концентрации органических кислот, маркеров энергетических субстратов, более низкие, чем у лиц с оптимальной массой тела. Органические кислоты могут быть одним из признаков фенотипа ожирения с высокой активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Библиографический список

1. Новиков А. А., Смоленский А. В., Михайлова А. В. Подходы к оценке показателей вариабельности сердечного ритма (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2023. – Т. 17, № 3. – С. 85–94.
2. Katewa S. D., Khanna A., Kapahi P. Mitobolites: the elixir of life // Cell metabolism. – 2014. – Vol. 20, no. 1. – P. 8–9.
3. Martínez-Reyes I., Chandel N. S. Mitochondrial TCA cycle metabolites control physiology and disease // Nature communications. – 2020. – Vol. 11, no. 1. – Art. 102.
4. *The Involvement of Intestinal Tryptophan Metabolism in Inflammatory Bowel Disease Identified by a Meta-Analysis of the Transcriptome and a Systematic Review of the Metabolome* / S. Wang, F.-J. van Schooten, H. Jin et al. // Nutrients. – 2023. – Vol. 15, no. 13. – Art. 2886.
5. *The Kynurenine Pathway in Healthy Subjects and Subjects with Obesity, Depression and Chronic Obstructive Pulmonary Disease* / P. G. Farup, H. Hamarslan, K. S. Mølme et al. // Pharmaceuticals. – 2023. – Vol. 16, no. 3. – Art. 351.

Пищевая ценность белка микробного синтеза: изучение биодоступности меди и хрома в эксперименте на крысах¹

Аннотация. Исследования в области расширения ассортимента продовольственного сырья за счет использования белка микробного синтеза продемонстрировали необходимость контроля микронутриентов, избыточно присутствующих в таком сырье. В субхроническом модельном эксперименте на крысах продемонстрирована низкая биодоступность меди и хрома, содержащихся в повышенных количествах в образцах гидролизата белка из бактерий *Methylococcus capsulatus*.

Ключевые слова: *Methylococcus capsulatus*; гидролизат белка; альтернативные источники белка; биодоступность; медь; хром.

Медь и хром относятся к жизненно необходимым микронутриентам с весьма разнообразными физиологическими функциями: хром участвует в метаболизме глюкозы, холестерина, работе нервной и эндокринной систем, медь способствует усвоению белков и углеводов, играет важную роль в обмене железа и синтезе гемоглобина. Основными источниками меди и хрома являются печень животных, мясо, бобовые, мидии, бразильский орех, томаты, и недостаток этих элементов в сбалансированном рационе современного человека встречается достаточно редко. В то же время, исследования в области расширения ассортимента продовольственного сырья за счет использования белка микробного синтеза продемонстрировали необходимость контроля за содержанием этих микронутриентов, избыточно присутствующих в таком сырье.

В соответствии с МР 2.3.1.0253-21 суточные допустимые уровни потребления меди составляют 1 мг/кг, хрома – 50 мкг/кг, содержание этих элементов в гидролизате белка (ГБ) из бактерий *Methylococcus capsulatus* составляло 35,42±0,76 мг/кг и 1,0129±0,0253 мг/кг, т.е. исходя из достижимого уровня суточного потребления ГБ с рационом (100 г/сут) содержание меди будет превышать допустимый уровень на 354 %, хрома – на 203 %.

В рамках комплексной токсикологической оценки ГБ из *Methylococcus capsulatus* был проведен модельный эксперимент на крысах с целью установления биодоступности этих элементов. В исследовании продолжительностью 115 дней использованы три группы

¹ Исследования проведены в рамках государственного задания № FGMF-2025-0005.

животных с исходной массой 91 ± 2 г, по 16 самцов в каждой: 1-я контрольная получала стандартный полусинтетический казеиновый рацион (ПКР); 2-я контрольная – ПКР с измененным составом солевой смеси, моделирующим повышенное содержание Cu и Cr в составе корма опытной группы; опытная – получала ПКР, белковый компонент которого был полностью замещен изучаемым гидролизатом. При формировании экспериментальных рационов были использованы результаты оценки пищевой ценности ГБ. Отбор материала проводили на 144-й день жизни самцов. Биодоступность меди и хрома оценивали по содержанию в печени, почках, селезенке, мозге (ГОСТ 30178-96, ГОСТ 26929-94, Р 4.1.1672-2003).

Содержание меди в печени, почках, селезенке, мозге крыс 1-й контрольной группы составляло $3,679 \pm 0,130$, $4,682 \pm 0,190$, $1,281 \pm 0,028$ и $2,486 \pm 0,079$ мкг/г сухого вещества, хрома – $0,333 \pm 0,015$, $0,143 \pm 0,005$, $0,169 \pm 0,012$ и $0,082 \pm 0,004$ мкг/г сухого вещества соответственно. Во внутренних органах крыс 2-й контрольной группы содержание меди было на 14, 314, 28 и 15 % ($p < 0,05$) выше; хрома на 1000, 2500, 1170 и 204 % ($p < 0,05$) выше, чем у крыс 1-й контрольной группы, соответственно. Крысы опытной группы демонстрировали менее выраженные отличия от 1-й контрольной группы: содержание меди и хрома в печени было на 5 ($p > 0,05$) и 29 % ($p < 0,05$) ниже; содержание меди в почках, селезенке и мозге – на 25, 59 и 14 % ($p > 0,05$) выше, хрома – на 37 ($p < 0,05$), 77 ($p < 0,05$) и 1 % ($p > 0,05$) выше, соответственно.

Несмотря на то что полученные данные продемонстрировали более низкую биодоступность меди и хрома, содержащихся в ГБ из бактерий *Methylococcus capsulatus*, химический состав данного сырья не соответствует рекомендуемым нормам (Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов; МР 2.3.1.0253-21). Технология получения гидролизата белка должна быть скорректирована с учетом сокращения содержания этих элементов в конечном продукте.

Токсические эффекты микропластиков, обусловленные комбинированными воздействиями различной химической природы¹

Аннотация. В последние десятилетия микропластики (МП) размером менее 5 мм превратились в глобальный загрязнитель. Механизмы комбинированного воздействия раскрываются через несколько ключевых процессов: высокая поверхностная активность, деградация с эмиссией химических добавок, физическое воздействие на органы. Синергетические эффекты при комбинированном воздействии наблюдаются в большинстве исследований. Таким образом, проблема комбинированного воздействия МП требует комплексного междисциплинарного подхода.

Ключевые слова: микропластик; воздействие на организм; здоровье человека.

В последние десятилетия микропластики (МП) размером менее 5 мм превратились в глобальный загрязнитель, обнаруживаемый во всех экосистемах — от глубоководных желобов океанов до горных вершин. Однако их опасность проявляется особенно выраженно при сочетанном воздействии с другими загрязнителями и факторами окружающей среды. Многочисленные исследования демонстрируют, что МП действуют как своеобразный «троянский конь», перенося на своей поверхности био пленки, тяжелые металлы, пестициды и другие токсичные вещества, что приводит к непредсказуемым синергетическим эффектам.

Механизмы комбинированного воздействия раскрываются через несколько ключевых процессов. Во-первых, благодаря высокой поверхностной активности МП активно адсорбируют различные токсиканты. Например, полиэтилентерефталат способен связывать кадмий в разы эффективнее, чем природные частицы аналогичного размера. Во-вторых, в процессе деградации из МП происходит постепенная эмиссия химических добавок — пластификаторов, стабилизаторов и красителей, многие из которых обладают свойствами «эндокринных разрушителей». Бисфенол-А, содержащийся во многих видах синтетических полимеров, благодаря своим химическим свойствам имитирует действие эстрогенов, нарушая репродуктивную функцию у различных организмов. В-третьих, физические характеристики самих частиц (размер, форма) способны значительно влиять на проявление их токсичности. При этом уменьшение размера частиц не всегда векторно связано с вероятностью проявления токсичности, особенно в случае волокнистых

¹ Исследование выполнено за счет средств государственного задания Минобрнауки РФ № FGMF-2023-0005.

полимеров. К примеру, волокна полипропилена даже длиной 100 мкм вызывают повреждение эпителия кишечника у морских организмов, облегчая проникновение токсинов.

Синергетические эффекты при комбинированном воздействии наблюдаются в большинстве исследований. Особенно опасными оказались комбинации МП с тяжелыми металлами. Эксперименты показали, что совместное воздействие полиэтилена и кадмия увеличивает выработку активных форм кислорода в печени рыб на 50 % по сравнению с изолированным действием каждого фактора. Аналогичным образом, сочетание МП с пестицидами приводит к значительному снижению репродуктивной функции у водных организмов. Однако в некоторых случаях наблюдается и антагонистический эффект – например, повышенная соленость воды может снижать токсичность МП за счет изменения их сорбционных свойств.

Воздействие МП на здоровье человека может происходить через несколько основных путей. Ежегодно человек может употреблять до 50 тыс. микрочастиц синтетических полимеров с пищей и водой, причем особенно высокие концентрации обнаруживаются в бутилированной воде и морепродуктах. Ингаляционный путь поступления МП также является значительным с позиции общего вклада в экспозицию – наночастицы полипропилена обнаруживаются в легочной ткани пациентов с респираторными заболеваниями. Многочисленные исследования выявили способность МП накапливаться в организме человека: они обнаружены в крови обследованных доноров, а также в плацентарной ткани, что свидетельствует о возможности их передачи от матери плоду.

Пробелы в исследованиях и перспективные направления включают несколько важных аспектов. Во-первых, остро ощущается недостаток данных о долгосрочных эффектах воздействия, особенно в отношении человека. Большинство экспериментов проводятся *in vitro* или на модельных организмах. Во-вторых, отсутствуют единые стандартизированные протоколы оценки комбинированной токсичности, что затрудняет сравнение результатов разных исследований. В-третьих, необходимо учитывать существенное отличие используемых в исследованиях образцов МП от тех МП, воздействию которых подвергается человек в реалистических сценариях, где количество негативных факторов может быть как единичным, так и слишком гетерогенным и, особенно, сложно учитываемым.

Таким образом, проблема комбинированного воздействия МП требует комплексного междисциплинарного подхода.

Т. В. Юраскина, Е. Н. Соколова, Н. А. Фурсова, Е. М. Серба

ФИЦ питания и биотехнологии, г. Москва

Фортифицированные дрожжи – вектор развития профилактического питания¹

Аннотация. Проведены исследования в области применения обогащенных дрожжей в рецептуре пшеничного хлеба для повышения его пищевой ценности. Доказана возможность полной замены небогатых дрожжей на фортифицированные, при этом физиологическая потребность в микроэлементах удовлетворяется более чем на 15 % от нормы. Полученные изделия могут быть использованы для профилактики нутритивной недостаточности и развивающихся на ее фоне алиментарно-зависимых заболеваний.

Ключевые слова: хлеб; обогащенные дрожжи; микроэлементы; профилактика.

Введение

За 2015–2021 гг. смертность от неинфекционных заболеваний в мире увеличилась на 7 % и продолжает расти. Это связано со многими факторами, одним из которых является питание. В текущих условиях потребления пищевых продуктов физиологические потребности в макро- и микронутриентах не удовлетворяются в достаточной степени, что приводит к дефицитам и развитию алиментарно-зависимых заболеваний. Сохранение и укрепление общественного здоровья является приоритетом развития Российской Федерации, что отмечено в федеральных проектах. Одним из направлений решения данной задачи выступает разработка безопасной и качественной, в том числе функциональной, пищевой продукции [1].

Включение в рацион продуктов питания профилактического назначения является частью системы превентивных мер против развития микроэлементозов. Целесообразным способом получения такой продукции выступает фортификация продуктов массового потребления, таких как пшеничный хлеб. Актуальными пищевыми ингредиентами, повышающими пищевую ценность хлеба, являются обогащенные микроэлементами дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* [2].

В настоящее время железо и медь, цинк и хром являются дефицитными микроэлементами в питании населения как локально, так и глобально. Данные микроэлементы входят в состав более 300 ферментов, участвуют во многих процессах организма. Недостаток их потребления

¹ Исследование выполнено на базе Всероссийского научно-исследовательского института пищевой биотехнологии (ВНИИПБТ) за счет субсидий на выполнение государственного задания № FGMF-2025-0012.

связан с риском развития железодефицитной анемии (ЖДА) и сахарного диабета 2-го типа (СД2). Основной проблемой в достижении нормы физиологической потребности в нутриентах является низкая усвояемость минеральных солей, связанная с воздействием широкого спектра антагонистов. Хелатирование может быть одним из способов защиты ионов металлов от связывания в нерастворимые и неперевариваемые комплексы. Обогащенные дрожжи являются носителями микроэлементов в форме аминокислотных комплексов, что позволяет рекомендовать их для профилактики [4].

Цель работы – научное обоснование применения разработанных пищевых ингредиентов на основе обогащенных дрожжей в производстве пшеничного хлеба с профилактическими свойствами.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись дрожжи *S. cerevisiae* из коллекции ВНИИПБТ – филиала ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», обогащенные солями микроэлементов. Соли, использованные для получения целевых продуктов, разрешены Единными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Дрожжи были получены культивированием на питательных средах, содержащих соли микроэлементов в дозировках, установленных экспериментально [3]. Дрожжи использовали в качестве пищевого ингредиента для получения экспериментальных образцов хлеба согласно рецептуре в количестве 2 % к массе муки, при этом вода и другие ингредиенты составляли 91 % от массы муки.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате работы получены пищевые ингредиенты на основе обогащенных дрожжей и доказана возможность их использования в рецептуре пшеничного хлеба с полной заменой необогащенных на фортифицированные. При этом достигается концентрация микроэлементов, удовлетворяющая при употреблении 100 г хлеба более чем 15 % от нормы физиологической потребности (НФП).

Варьирование дозировки дрожжей, например, добавление к обогащенным дрожжам части необогащенных, может сократить расходы на производство, при этом ориентируясь на сохранение уровня микроэлементов 15 % от НФП.

Выводы. Таким образом, разработанные пищевые ингредиенты могут быть применены для производства и повышения пищевой ценности пшеничного хлеба. Такой продукт может быть использован в профилактических целях, в качестве превентивных мер в борьбе с дефицитом микроэлементов, и возникающих на его фоне заболеваний (ЖДА и СД2).

Библиографический список

1. *Бойцов С. А., Деев А. Д., Шальнова С. А.* Смертность и факторы риска неинфекционных заболеваний в России: особенности, динамика, прогноз // *Терапевтический архив*. – 2017. – Т. 89, № 1. – С. 5–13.
2. *Жукова В. Ф., Сергеева Л. В.* Новые направления фортификации продуктов для профилактики дефицита нутриентов в рационе // *Российские регионы: взгляд в будущее*. – 2023. – Т. 10, № 3–4. – С. 23–33.
3. *Инновационный* подход к обогащению пищевых продуктов с применением хлебопекарных дрожжей / Т. В. Юраскина, Е. Н. Соколова, Н. А. Фурсова, Е. М. Серба // *Пищевые системы*. – 2023. – № 6. – С. 554–560.
4. *Проблема* дефицита цинка в рационе питания населения и биотехнологические подходы к ее решению / Н. И. Дубовец, Н. М. Казина, О. А. Орловская, Е. А. Сычева // *Молекулярная и прикладная генетика*. – 2021. – Т. 31. – С. 147–158.

Содержание

Секция 1. Питание как фактор укрепления здоровья населения

Петров О. Ю., Созонова К. А. Оценка соевой окары как железосодержащего ингредиента в технологии функциональных продуктов.....	3
Тимакова Р. Т., Неустроев А. П. Исследование современного сырьевого рынка шоколадных изделий.....	8
Рождественская Л. Н., Решетникова П. А. Цели устойчивого здорового питания с позиций броматологии.....	11
Редько-Бодмер В. В., Болашенко Т. Н., Зайцева П. Ю. Диетические подходы в профилактике метаболического синдрома	16
Лаврова Л. Ю. Разработка рецептуры и оценка качества сухого концентрата тыквенного супа-пюре	22
Заворохина Н. В., Шведкина К. А., Терехова А. К. Разработка рецептур напитков на растительном сырье для предприятий общественного питания	27
Гусева Т. И. Влияние гречневой клетчатки на качество хлеба	33
Порошина Д. Д., Лазарев В. А., Валенчук П. А., Чернышева А. В. Молочная сыворотка в технологии хлебобулочных изделий: обзор и перспективы использования	38
Кетов А. К. Анализ актуальных исследований состава и влияния на организм спортивных гелей, сравнение брендов <i>Maurten</i> и <i>SIS</i>	42

Секция 2. Инновационные технологии переработки сырья и производства пищевых продуктов

Елисеева Л. Г., Раков Н. О., Кокорина Д. С. Использование инновационных методов контроля физиологического состояния плодов с целью снижения потерь на этапах товародвижения	46
Минниханова Е. Ю., Ильина Н. А., Девяткин Д. И. Перспективы использования ягодного сырья для разработки продуктов функционального назначения	52

Нилова Л. П., Тверской В. Р., Малютенкова С. М.	
Влияние порошка из кофейной гущи на колориметрические характеристики печени.....	57
Русанова Е. И.	
Микопротеин и его производственно-ценные свойства в отношении пищевой безопасности	61
Миллер Ю. Ю.	
Стимулирование биохимических процессов при проращивании пшеницы	64
Девяткин Д. И., Чугунова О. В.	
Растительные белки: новые возможности в области устойчивого питания и их применение	70
Сарсадских А. В.	
Новые тенденции использования микроорганизмов в пищевой промышленности	75
Касаткина Н. Ю., Юргина Л. В.	
Разработка технологии производства кисломолочного продукта с использованием нетрадиционного сырья – сублимированных личинок восковой моли (<i>Galleria mellonella</i>).....	79
Чеченихина О. С.	
Эффективность использования <i>Levisticum Officinale</i> при производстве сыра	84
Бакин И. А.	
Разработка субтрактивной технологии производства сырьевых добавок	89

Секция 3. Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ

Гулова Т. И., Гулов Д. В.	
Применение биологически активных веществ в производстве хлеба	92
Ласточкина Е. С., Евдокимова С. А., Панфилов В. И.	
Исследование взаимной стимуляции бифидобактерий при попарном сокультивировании <i>in vitro</i>	97
Куулар М. Т., Евдокимова С. А., Панфилов В. И.	
Влияние каротиноидов на рост и метаболизм бифидобактерий	104
Эйриян Н. А.	
Производство и использование стартовых культур, бактериальных заквасок, биопрепаратов.....	109
Спесивцева О. С., Красноштанова А. А.	
Исследование высвобождения биологически активных веществ и катионов металлов из липосомальных комплексов на основе соевого и подсолнечного лецитинов в модели переваривания ЖКТ.....	113
Полякова А. Н.	
Оценка потенциала использования <i>Limnospira fusiformis</i> для обогащения функциональных пищевых продуктов	119

Секция 4. Качество и безопасность сырья и продуктов питания

Вяткин А. В., Стукалова А. А., Крюков А. В.	
Исследование органолептических и потребительских характеристик ферментированных напитков.....	124
Леонтьева С. А.	
Специи как консервирующая добавка к пищевым продуктам	127
Шкабров О. В., Резниченко В. Д., Андреева И. И.	
Использование спектрофотометрии для анализа автолитических изменений мяса	131
Фурсова С. И.	
Изучение хранимостпособности функционального продукта на основе ретентата вторичного молочного сырья.....	136
Гуринова Т. А., Гущенко Е. В., Филипович Д. И.	
Влияние сахаросодержащего сырья на качество заварного хлеба высокой степени готовности	141
Степнёва Е. В., Чугунова О. В.	
Применение природного сырья с антибактериальным эффектом в технологии <i>sous-vide</i>	147
Потороко И. Ю., Малинин А. В.	
Продовольственная безопасность и независимость: стратегии новой реальности	153

Секция 5. Инженерно-техническое обеспечение, оборудование и информационные технологии в АПК, пищевой промышленности, общественном питании и торговле

Лось М. А., Куракин М. С.	
Сравнительный анализ программного обеспечения для оценки потребительских свойств пищевых продуктов.....	157
Полянцева Е. Р.	
Архитектура винодельческих предприятий и их взаимодействие со средой	164
Тарасов А. В.	
Применение концепции желательности в пищевой промышленности	169
Брашко И. С., Партина А. А.	
Анализ технологии и оборудования глубокой заморозки полуфабрикатов (часть 1)	173
Порошина Д. Д., Брашко И. С., Партина А. А.	
Анализ технологии и оборудования глубокой заморозки полуфабрикатов (часть 2)	177

Арисов А. В., Абатурова Е. П., Арисова А. А. Рекомендации по профилактике заболеваний с применением математической обработки данных	181
--	-----

Секция 6. Рациональное использование вторичных сырьевых ресурсов и обеспечение решений экологических проблем

Школьников М. Н., Солодухина Л. А. Анализ биологических методов утилизации сточных вод винодельческих предприятий	185
Мезенова О. Я., Агафонова С. В., Жила Н. О. Жир из рыбных отходов – перспективный субстрат для получения продуктов биотехнологии	190
Саханчук З. О., Гладких П. В., Шихалев С. В. Новые подходы к упаковке пищевых продуктов	194
Мишонникова Е. Г., Валенчук П. А. Концепция «Ноль отходов» (<i>Zero Waste</i>) в пищевой индустрии	198
Табала Е. Б. Вторичные растительные ресурсы в технологии полуфабрикатов	201

Секция 7. Питание и здоровье **Тезисы докладов секции, проведенной в рамках** **Национального конгресса с международным участием** **«Здоровьесбережение и экономика»** **и X Международной научно-практической конференции** **молодых ученых и студентов «Актуальные вопросы современной** **медицинской науки и здравоохранения»**

Багрянцева О. В., Гурзу З. Г., Шумакова А. А., Соколов И. Е., Гусева Г. В., Трушина Э. Н., Мустафина О. К., Ригер Н. А., Колобанов А. И., Селезнева Т. Е., Хотимченко С. А. Оценка влияния протеолитических ферментов на метаболизм подопытных животных в эксперименте <i>in vivo</i>	206
Быкова И. Б., Маркова Ю. М., Полянина А. С., Смотрина Ю. В., Стеценко В. В., Ефимочкина Н. Р., Шевелёва С. А. Выживаемость бактерий <i>Cronobacter spp.</i> в условиях, моделирующих различные режимы восстановления сухой молочной смеси и сухого молока	208
Гурзу З. Г., Багрянцева О. В. Оценка генетической безопасности мутантного штамма <i>Bacillus subtilis</i> 96 с использованием данных полногеномного секвенирования	210

Гусева Г. В., Аксенов И. В., Конев А. Д. Острое воздействие тенуазоновой кислоты на биохимические показатели крови и мочи у крыс	212
Мажаева Т. В., Козубская В. И., Потапкина Е. П., Гурвич В. Б. Эффективность управления качеством и безопасностью пищевой продукции при организации питания в школах в сфере новых требований российского законодательства.....	214
Крючкова Е. Н. Оптимизация питания и сохранение здоровья работающих во вредных условиях	216
Лапко И. В., Сухова А. В., Климкина К. В. Современные технологии профилактики алиментарно-зависимых заболеваний у работающих	218
Мажаева Т. В., Чернова Ю. С., Трифонова Ю. В., Гурвич В. Б. Алгоритм формирования модели питания различных групп населения на основе фенотипирования и нутриентного профилирования	221
Полянина А. С., Смотрина Ю. В., Маркова Ю. М., Стеценко В. В., Быкова И. Б., Ефимочкина Н. Р., Шевелёва С. А. Оценка чувствительности пищевых изолятов <i>Cronobacter sp.</i> к биоцидам на основе натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты	223
Рождественская Л. Н., Кожурова Д. А. Методики определения размеров порций продуктов и их использование в расчетах ИКП (индексов качества питания)	225
Седова И. Б., Чалый З. А., Захарова Л. П., Иванова У. В., Спиридонова А. Л., Компаннцев Д. М., Тутельян В. А. Изучение контаминации микотоксинами кормового зерна урожаев 2021–2023 гг.	229
Смотрина Ю. В., Маркова Ю. М., Полянина А. С., Стеценко В. В., Шевелёва С. А. Способность формирования биопленок пищевыми штаммами на частицах микропластика	231
Соколов И. Е., Шумакова А. А., Гурзу З. Г., Багрянцева О. В., Хотимченко С. А. Оценка в эксперименте аллергенных свойств ферментного препарата, содержащего α -амилазу, полученную из ГМ-штамма <i>Komagataella phaffii</i> Y-5231	233
Спиридонова А. Л., Чалый З. А., Седова И. Б., Компаннцев Д. М., Главица М. И., Тутельян В. А. Изучение контаминации пищевых продуктов эмерджентными токсинами грибов рода <i>Alternaria</i>	235
Стеценко В. В., Полянина А. С., Маркова Ю. М., Смотрина Ю. В., Быкова И. Б., Ефимочкина Н. Р., Шевелёва С. А. Формирование биопленок бактериями рода <i>Cronobacter</i> в условиях <i>in vitro</i>	237

Сухова А. В., Преображенская Е. А., Лапко И. В.	
Актуальные вопросы профилактики алиментарно-зависимых заболеваний у трудоспособного населения	239
Тармаева И. Ю.	
Образовательные программы в области здорового питания для специалистов и населения России.....	241
Тимошенко К. А., Тышко Н. В., Палеева М. А., Садыкова Э. О., Шестакова С. И.	
Анализ жирнокислотного состава съедобных насекомых <i>Tenebrio molitor</i> , <i>Acheta domesticus</i> и <i>Hermetia illucens</i>	243
Трифонов Ю. В., Потапкина Е. П., Мажаева Т. В.	
Качество питания и функциональное состояние организма школьников	245
Хотимченко С. А., Багрянцева О. В., Колобанов А. И., Шумакова А. А., Селезнева Т. Е.	
Обоснование изменения максимально допустимого уровня кадмия в семенах подсолнечника	247
Чернова Ю. С., Мажаева Т. В., Дубенко С. Э.	
Оценка метаболических признаков фенотипа ожирения с высокой активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы	249
Шестакова С. И., Шумакова А. А.	
Пищевая ценность белка микробного синтеза: изучение биодоступности меди и хрома в эксперименте на крысах.....	251
Шипелин В. А., Хотимченко С. А.	
Токсические эффекты микропластиков, обусловленные комбинированными воздействиями различной химической природы	253
Юраскина Т. В., Соколова Е. Н., Фурсова Н. А., Серба Е. М.	
Фортифицированные дрожжи – вектор развития профилактического питания.....	255

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ**

М а т е р и а л ы

XII Международной научно-практической конференции
(Екатеринбург, 22–23 апреля 2025 г.)

Печатается в авторской редакции и без издательской корректуры

Компьютерная верстка А. В. Арисова

Поз. 56. Подписано в печать 29.09.2025.

Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Печать плоская.

Уч.-изд. л. 15,0. Усл. печ. л. 15,3. Печ. л. 16,5. Тираж 500 экз. Заказ 424.

Издательство Уральского государственного экономического университета
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

Отпечатано с готового оригинал-макета в подразделении оперативной полиграфии
Уральского государственного экономического университета



УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

