



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ

Материалы XIII Международной
научно-практической конференции
(Екатеринбург, 21–22 апреля 2026 г.)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева
Южно-Уральский государственный университет (НИУ)
Уральский государственный экономический университет

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ

М а т е р и а л ы
XIII Международной научно-практической конференции
(Екатеринбург, 21–22 апреля 2026 г.)

Екатеринбург
2026

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

Ответственный редактор

кандидат технических наук
А. В. Арисов

И66 **Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании** : материалы XIII Международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 21–22 апреля 2026 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), Уральский государственный экономический университет; ответственные за выпуск: О. В. Чугунова, В. А. Лазарев; ответственный редактор А. В. Арисов. – Екатеринбург : УрГЭУ, 2026. – 181 с.

ISBN 978-5-9656-0363-3

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; обозначены особенности биоэкономики замкнутого цикла; раскрыта специфика инноваций в технологии и товароведении пищевой продукции, пищевых и биологически активных добавок и др.

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

ISBN 978-5-9656-0363-3

© Авторы, указанные в содержании,
2026
© Уральский государственный
экономический университет, 2026

Секция 1. Технологии здоровьесбережения, персонализированное питание и нутрициология

М. Р. Анпилогова, Л. А. Кокорева

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Пищевые и биологические особенности пророщенного зерна: история, наука и польза

Аннотация. В статье рассматриваются биологические и пищевые особенности пророщенного зерна. Описана история его применения от Древнего Китая до народной медицины Руси. Раскрываются биохимические процессы активации ферментов и трансформации нутриентов в легкоусвояемые формы. Особое внимание уделено роли проростков в укреплении иммунитета, нейтрализации свободных радикалов и повышении биодоступности минеральных веществ и витаминов.

Ключевые слова: пророщенное зерно; ферменты; антиоксиданты; биодоступность; метаболизм; аминокислотный состав; нутриенты.

Жизнедеятельность любого живого организма базируется на процессах ассимиляции и диссимиляции – непрерывном обмене веществ с окружающей средой. Для поддержания гомеостаза нам необходимы не только базовые нутриенты (белки, жиры, углеводы, пищевые волокна), но и биологически активные соединения: ферменты, витамины и минеральные вещества.

Пророщенное зерно – это уникальный «живой» продукт, в котором сама природа активировала все защитные и питательные ресурсы. В процессе прорастания семя переходит из состояния покоя в фазу активного роста, превращаясь в доступный и мощный источник здоровья для человека.

Человечество использует проростки уже тысячи лет:

- Древний Китай: первые упоминания в медицинских трактатах (1000 г. до н. э.) говорят об использовании проросших бобов для лечения проблем с пищеварением и борьбы с лишним весом;
- эпоха великих открытий: Джеймс Кук спасал своих матросов от цинги с помощью проростков, что было революционным методом для долгих морских экспедиций;

– мировые войны: Британская армия в Первую мировую войну использовала проростки бобовых для профилактики авитаминоза у солдат;

– Русь: в травнике XVII века «Прохладный вертоград» описывается «пшеничный ил» (пророщенная пшеница) как средство для укрепления организма, остановки старения и восстановления сил у ослабленных детей [2].

Главная ценность проростков заключается в том, что в процессе роста сложные молекулы распадаются на простые, легкоусвояемые формы:

- крахмал превращается в солодовый сахар;
- белки расщепляются до аминокислот;
- жиры преобразуются в жирные кислоты.

Это своего рода «предварительное переваривание». В результате нагрузка на пищеварительную систему человека снижается почти на 90 %. Организм получает уже готовое «топливо», дополненное активной ферментной системой самого зерна.

Исследователи выделяют несколько фундаментальных достоинств продукта:

- хлорофилл в ростках помогает поддерживать оптимальный pH крови (7,365) и насыщает клетки кислородом (подщелачивающий эффект);
- концентрация витаминов в проростках может увеличиваться до 200 % по сравнению с сухим зерном (биодоступность);
- замачивание и прорастание нейтрализуют фитиновую кислоту, которая в обычном зерне блокирует усвоение кальция, магния, железа и цинка (борьба с антинутриентами);
- содержат сульфорафан, антиоксиданты и ферменты, эффективные в профилактике раковых заболеваний (онкопротекторные свойства) [3].

Типичное зерно состоит из эндосперма (белки и углеводы), оболочка (клетчатка и минеральные вещества) и зародыша (витамины и полезные жиры). При промышленной переработке в муку оболочка и зародыш часто удаляются. В проростках же сохраняется все.

На процесс прорастания значительное влияние оказывают внешние условия: наличие воды, доступ кислорода, освещенность и температурный режим. Влага образует вокруг зародыша водную пленку, а достаточная вентиляция почвы способствует началу роста. Температурные колебания могут изменять темпы и успешность прорастания. Если зерно насыщено влагой при оптимальной температуре, оно начинает разбухать. Оболочка семени трескается, и зародыш активизируется, начиная интенсивнее дышать.

Процесс прорастания семян кардинально меняет их химический профиль и внутренние биохимические механизмы. В этот период происходит резкая активация и рост концентрации ферментов. Гормоны роста, пробуждаясь в зародыше, запускают синтез энзимов, которые управляют гидролизом и окислением, что сопровождается интенсивным дыханием тканей. Всплеск ферментативной активности в проростках достигает десятикратных значений, превращая их в один из самых богатых энзимами продуктов в мире. Эти ферменты расщепляют сложные запасы семени на простые компоненты, необходимые для формирования новых структур растения.

Исследования подтверждают, что при замачивании зерно активно поглощает микро- и макроэлементы, формирует полирибосомы для синтеза протеинов и задействует фитогормоны. Одновременно с этим синтезируются витамины, усиливается протеолитическая активность и нейтрализуются антипитательные факторы. Эндогенная фитаза в процессе проращивания эффективно разрушает фитиновую кислоту, которая в сухом зерне блокирует усвоение минеральных веществ [1].

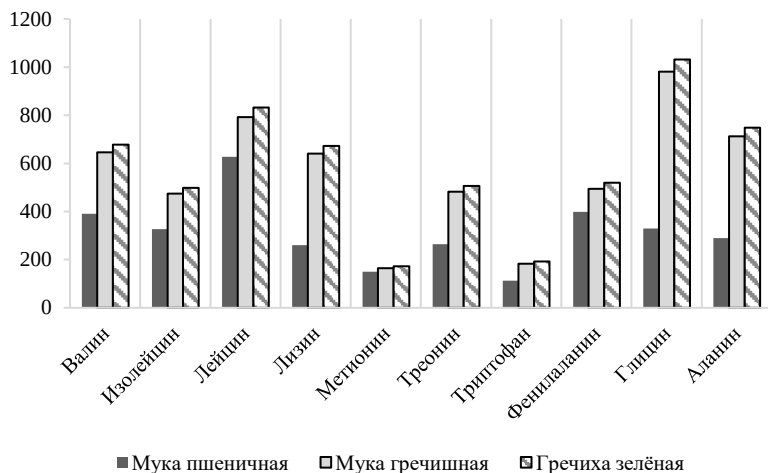
Благодаря этим процессам минеральный состав злаков становится максимально биодоступным. Ключевая особенность пророщенного зерна – рост концентрации витаминов до 200 %. Примечательно появление водорастворимого витамина С, который практически отсутствует в покоящихся семенах; его итоговое количество напрямую зависит от сорта растения.

Помимо аскорбиновой кислоты, проростки выступают ценным источником витаминов группы В, А, Е и фолиевой кислоты. В отличие от муки, где при переработке разрушается оболочка, в проростках сохраняется цельный минеральный комплекс: содержание калия в них выше в 2,6 раза, магния – в 7,0 раз, а фосфора – в 4,0 раза [2]. Также они снабжают организм полиненасыщенными жирными кислотами, клетчаткой, легкоусвояемым белком и хлорофиллом, помогающим при дефиците белка и малокровии.

Пророщенные зерна гречихи сохраняют в своем составе полноценные белки, содержащие все восемь незаменимых аминокислот. Гречиха и гречишная мука содержит большее количество незаменимых аминокислот, в сравнении с пшеничной мукой высшего сорта. Сравнительные данные представлены на рисунке.

Одной из важных групп веществ, входящих в состав пророщенного зерна, являются полисахариды. Главным полисахаридом, имеющимся в составе зерна, считается клетчатка. Она обладает важными, необходимыми организму человека физиологическими особенностями: выводит из организма токсины, стимулирует моторику кишечника и обладает

другими лечебно-профилактическими воздействиями. Кроме того, использующееся в качестве пребиотика пророщенное сырье, включающее в себя и пектин, способствует излечению от дисбактериоза [3].



Аминокислотный состав пшеничной муки высшего сорта, муки гречишной и сухой зеленой гречихи¹, мг/100 г

Сегодня список популярных культур для проращивания постоянно расширяется. К традиционной пшенице добавились:

- зеленая гречиха (лидер по аминокислотному составу);
- бобовые: маш, нут, чечевица, люцерна;
- крестоцветные: брокколи, капуста, горчица;
- другие: подсолнечник, кунжут, лен.

Таким образом, проростки – это «еда, возрождающая жизнь», как называл их профессор Эдмонд Зекели. Являясь натуральным биогенным продуктом, они не требуют термической обработки и сохраняют максимум пользы, заложенной природой. Включение даже небольшого количества проростков в ежедневный рацион (до 25 %) способно существенно укрепить иммунитет, замедлить старение и нормализовать обмен веществ.

¹ Составлено по: *Мука гречневая* – содержание аминокислот // FIT audit. – URL: <https://fitaudit.ru/food/157582/amino> (дата обращения 30.01.2026); *Гречка зеленая* – содержание аминокислот // FIT audit. – URL: <https://fitaudit.ru/food/157573/amino> (дата обращения 30.01.2026); *Мука пшеничная высшего сорта* – содержание аминокислот // FIT audit. – URL: <https://fitaudit.ru/food/158336/amino> (дата обращения 30.01.2026).

Библиографический список

1. *Иванова М. И., Кашилева А. И., Разин А. Ф.* Проростки – функциональная органическая продукция (обзор) // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2016. – № 7. – С. 19–29.
2. *Мячикова Н. И., Сорокопудов В. Н., Биньковская О. В., Думачева Е. В.* Пророщенные семена как источник пищевых и биологически активных веществ для организма человека // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. – Статья № 103.
3. *Шаскольская Н. Д., Шаскольский В. В.* Самая полезная еда: проростки. – СПб.: Веды, Азбука-Аттикус, 2011. – 189 с.

О. В. Голуб, В. С. Нечаева, Е. В. Бородай

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
Российской академии наук, р.п. Краснообск, Новосибирская область*

Разработка функционального творожного продукта с пюре из ягод земляники и псиллиумом

Аннотация. Важным направлением в технологии молочных продуктов выступает создание функциональных продуктов, обогащенных пищевыми волокнами растительного происхождения. Целью работы являлся подбор количества псиллиума в рецептуре творожного продукта с пюре из ягод земляники. Установлено, что увеличение количества псиллиума повышало содержание пищевых волокон и влияло на консистенцию, запах и вкус продукта, но не оказывало статистически значимого влияния на содержание влаги, белка, жира, титруемую кислотность и цвет. По совокупности исследованных показателей оптимальным признан вариант с 3,2 % псиллиума, соответствующий критерию «источник пищевых волокон».

Ключевые слова: творожный продукт; ягоды земляники; псиллиум; пищевые волокна; функциональный продукт.

В условиях роста интереса к продуктам здоровьесберегающего назначения актуальной задачей является разработка молочных продуктов, обогащенных функциональными пищевыми ингредиентами, в том числе пищевыми волокнами растительного происхождения. Особый интерес представляют комбинированные молочно-растительные системы, в которых функциональный ингредиент не только повышает пищевую ценность продукта, но и оказывает влияние на его технологические и потребительские свойства. Перспективным направлением является создание творожных продуктов с растительными компонентами, поскольку они позволяют сочетать высокую пищевую ценность молочной основы с физиологически значимыми свойствами растительного сырья.

Введение таких компонентов может способствовать повышению содержания пищевых волокон, улучшению структурно-механических характеристик, регулированию консистенции, а также формированию привлекательных органолептических свойств продукта [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8]. В этой связи целью работы являлась разработка функционального творожного продукта с пюре из ягод земляники и псиллиумом.

Оптимизацию рецептуры функционального продукта проводили методом однофакторного эксперимента с варьированием массовой доли псиллиума при постоянстве состава остальных компонентов. Количество внесения псиллиума выбирали с учетом критерия «источник пищевых волокон» (не менее 3 г/100 г) согласно ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», вариант: *F* (2,4 %) – ниже порогового значения; *G* (3,2 %) – на уровне порога; *H* (4,0 %) – уровень выше порога. Органолептические показатели оценивали по 5-балльной шкале в соответствии с ГОСТ Р ИСО 22935-1/2/3-2011, массовую долю жира определяли бутирометрическим методом по ГОСТ 5867-2023, белка – методом Кьельдаля по ГОСТ 34454-2018, влаги – высушиванием до постоянной массы по ГОСТ Р 54668-2011, пищевых волокон – ферментативно-гравиметрическим методом по ГОСТ 34844-2022, титруемую кислотность – титриметрическим методом по ГОСТ Р 54669-2011. Для оценки влияния количества псиллиума применяли однофакторный дисперсионный анализ, различия между средними оценивали по критерию *Tukey*, силу влияния фактора – по показателю частичной доли объясненной дисперсии (частичная эта-квадрат, η_p^2).

Установлено, что при увеличении массовой доли псиллиума в продукте с 2,4 до 4,0 % содержание пищевых волокон возрастало с 2,41 до 3,68 %, что подтверждает возможность направленного повышения функциональной ценности продукта. При этом продукт варианта *F* с 2,4 % псиллиума не достигал порогового значения для маркировки «источник пищевых волокон», тогда как варианты *G* и *H* соответствовали данному критерию. Определили, что количество псиллиума статистически значимо влияло на массовую долю пищевых волокон ($\eta_p^2=98,1\%$, $p<0,001$).

Анализ физико-химических показателей продукта (см. таблицу) показал, что с увеличением количества псиллиума массовая доля жира незначительно снижалась с 3,8 до 3,7 %, массовая доля белка – с 12,1 до 11,8 %, титруемая кислотность – со 150 до 146 °Т, а массовая доля влаги – с 70,0 до 69,0 %. При этом выявленные различия находились в пределах ошибки опыта. Статистически значимого влияния количества псиллиума на массовую долю влаги, жира, белка и титруемую кислотность не установлено ($p>0,05$), что указывает на относительную стабильность основных физико-химических характеристик продукта в исследованном диапазоне уровней внесения псиллиума.

**Влияние количества псиллиума на показатели качества
продукта творожного**

Показатель	Вариант продукта		
	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
Массовая доля жира, %	3,8±0,1	3,7±0,2	3,7±0,2
Массовая доля белка, %	12,1±0,3	11,9±0,3	11,8±0,3
Титруемая кислотность, °Т	150±2	148±2	146±3
Массовая доля влаги, %	70,0±0,5	69,5±0,4	69,0±0,4
Массовая доля пищевых волокон (всего), %	2,41±0,08 ^{gh}	3,04±0,12 ^{fh}	3,68±0,07 ^{fg}
Внешний вид и консистенция, балл	4,6±0,1	4,7±0,1 ^h	4,6±0,1 ^g
Цвет, балл	4,6±0,1	4,6±0,1	4,5±0,1
Запах и вкус, балл	4,7±0,1 ^h	4,7±0,1 ^h	4,7±0,1 ^{fg}

Примечание: различия средних значений с разными строчными буквами существенны ($p < 0,05$).

Сопоставление опытных образцов продукта показало, что по показателю «внешний вид и консистенция» наиболее высокая оценка получена для варианта *G* – 4,7 балла, тогда как для вариантов *F* и *H* она составила по 4,6 балла. Продукт варианта *F* характеризовался однородной пастообразной, вязкой, намазываемой консистенцией, варианта *G* – однородной пастообразной пластичной консистенцией без следов комкования и отделения сыворотки, а варианта *H* – более плотной пастообразной консистенцией с гелеобразным характером структуры по сравнению с вариантами *F* и *G*. По показателю «цвет» продукты вариантов *F* и *G* получили по 4,6 балла и характеризовались розово-красной, равномерной по всей массе окраской, тогда как варианта *H* – 4,5 балла из-за того, что поверхность становилась матовой. По показателю «запах и вкус» средние балльные оценки всех вариантов продукта составили 4,7 балла, однако их качественная характеристика различалась: для вариантов *F* и *G* характерны землянично-кисломолочные и ванильные ноты, тогда как у варианта *H* в запахе и вкусе появлялись травянистые оттенки. Таким образом, различия между образцами проявлялись прежде всего в характере консистенции и вкусоароматических свойствах продукта: при переходе от варианта *F* к *G* структура становилась более пластичной, а при дальнейшем увеличении массовой доли псиллиума до 4,0 % – более плотной и гелеобразной. Статистически значимое влияние количества псиллиума установлено для показателей «внешний вид и консистенция» ($\eta_p^2=46,7\%$, $p < 0,01$) и «запах и вкус» ($\eta_p^2=69,9\%$, $p < 0,001$), но не для «цвета» ($p > 0,05$).

Полученные результаты согласуются с данными российских и зарубежных исследователей. Так, различных исследованиях показано,

что внесение псиллиума в молочные системы способствует изменению консистенции, повышению вязкости и усилению структурообразования [1; 2; 3; 4; 5]. Сопоставимые результаты отмечены в исследованиях, посвященных продуктам на молочной основе с псиллиумом [6; 7; 8].

Таким образом, по совокупности функционального критерия по пищевым волокнам, органолептической оценки и физико-химических показателей в качестве оптимального выбран вариант G, содержащий 25 % пюре из ягод земляники и 3,2 % псиллиума. Разработанный продукт отличается повышенным содержанием пищевых волокон и сохраняет требуемые органолептические и физико-химические показатели качества.

Библиографический список

1. *Габриелян Д. С., Неронова Е. Ю., Новокишанова А. Л.* Исследование влияния псиллиума на условную и эффективную вязкости творожной сыворотки // Молочнохозяйственный вестник. – 2023. – № 2 (50). – С. 116–127.
2. *Габриелян Д. С., Новокишанова А. Л.* Использование псиллиума для загущения творожной сыворотки // Ползуновский вестник. – 2023. – № 4. – С. 38–44.
3. *Горбатова А. А.* Использование шелухи семян подорожника в технологии молочных десертов // Инновации и технологии в биомедицине: сб. материалов науч.-практ. конф. (Владивосток, 10–12 ноября 2020 г.). – Владивосток: ДВФУ, 2020. – С. 35–38.
4. *Горбатова А. А.* Разработка технологии молочных десертов с пищевыми волокнами // Инновации и технологии в биомедицине: сб. материалов науч.-практ. конф. (Владивосток, 19–20 мая 2021 г.). – Владивосток: ДВФУ, 2021. – С. 129–132.
5. *Шефов Д. А.* Применение гидроколлоида псиллиума в молочной промышленности // АПК России: образование, наука, производство: сб. ст. VI Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. с междунар. участием (Саратов, 23–24 июня 2023 г.). – Пенза: ПГАУ, 2023. – С. 120–122.
6. *Bhat S. V., Deva A. M., Amin T.* Physicochemical and textural properties of yogurt fortified with psyllium (*Plantago ovate*) husk // Journal of Food Processing and Preservation. – 2018. – Vol. 42 (2). – Art. e13425.
7. *Choobari S. Z. M., Sari A. A., Garmakhany A. D.* Effect of *Plantago ovata* Forsk seed mucilage on survivability of *Lactobacillus acidophilus*, physicochemical and sensory attributes of produced low-fat set yoghurt // Food Science & Nutrition. – 2021. – Vol. 9. – P. 1040–1049.
8. *Ladjevardi Z. S., Gharibzahedi S. M. T., Mousavi M.* Development of a stable low-fat yogurt gel using functionality of psyllium (*Plantago ovata* Forsk) husk gum // Carbohydrate Polymers. – 2015. – Vol. 125. – P. 272–280.

Технология проращивания зеленой гречихи

Аннотация. В статье исследуется технология проращивания зеленой гречихи как биостимулированного продукта питания. Рассматриваются биохимические изменения, происходящие в зерне: активация ферментов, нейтрализация фитиновой кислоты и рост содержания витаминов. Приведено руководство по проращиванию зеленой гречихи в производственных условиях. Оценивается эффективность метода через расчет индекса прорастания и органолептический анализ качества готовых проростков.

Ключевые слова: зеленая гречиха; проращивание; ферментативная активность; фитиновая кислота; витамины; органолептическая оценка.

Зеленая гречиха является одним из наиболее эффективных объектов для проращивания, так как она не проходит термическую обработку (обжарку) и сохраняет живой зародыш, способный к быстрой активации ферментов.

При проращивании зеленой гречихи происходят глубокие биохимические изменения: неактивные ростовые вещества активизируют синтез ферментов, контролирующих гидролиз и окисление. В проростках гречихи содержание ферментов увеличивается в десятки раз, что делает их одними из самых богатых энзимами продуктов. Эти ферменты разлагают сложные белки и углеводы зерна на легкоусвояемые аминокислоты и простые сахара, необходимые для роста тканей [2].

Исследования показывают, что в процессе замачивания зеленая гречиха активно усваивает макро- и микроэлементы из воды, формируя полирибосомы для синтеза белка. Важнейшим процессом является активация эндогенной фитазы, которая разрушает фитиновую кислоту – основное антипитательное вещество, блокирующее усвоение железа, кальция и магния в сухом зерне. Проращивание позволяет нейтрализовать до 97–98% фитиновой кислоты, делая минеральный состав злака максимально доступным для организма¹.

Главной особенностью пророщенной зеленой гречихи является резкий скачок содержания витаминов (до 200 %) [2]. В ростках начинает синтезироваться витамин С, который полностью отсутствует в сухом зерне; его концентрация может достигать 171,5 мг/100 г к 7 дню прорастания. Также проростки становятся богатым источником витаминов

¹ *Фитиновая кислота – полезна или вредна?* // Royal Forest: интернет-магазин. – URL: https://royal-forest.ru/blog/fitiNOvaYa_KISlOTA_PoLEZnA_ilI_vrEdnA (дата обращения: 25.03.2026).

группы В (В₁, В₂, В₆, В₉), витаминов Е, РР и мощного антиоксиданта рутина, содержание которого значительно возрастает в процессе роста.

Минеральный профиль проростков гречихи превосходит обычную муку: содержание магния в них выше в 7 раз, фосфора – в 4 раза, а калия – в 2,6 раза. Это объясняется сохранением целостности оболочки зерна, которая обычно удаляется при механической переработке. Кроме того, проростки зеленой гречихи богаты свободными полиненасыщенными жирными кислотами и хлорофиллом, который способствует борьбе с протеин-дефицитным малокровием и поддерживает иммунную систему.

Процесс проращивания гречихи начинается с закупки сухого зерна, которое проходит стадию проращивания, высушивается, перемалывается в муку и становится полуфабрикатом для приготовления блюд в предприятиях общественного питания.

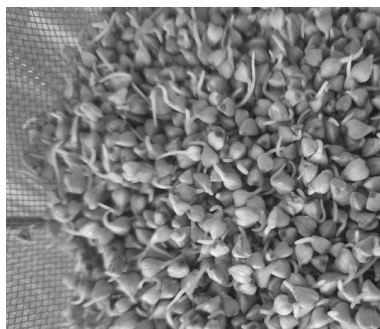
Для исследования была взята гречиха зеленая высшего сорта производителя «Kevrola» серии «Расти зерно», изготовитель: ИП Кевралетин Н.В., Россия, г. Екатеринбург. Для проращивания используется непропаренная ядрица по ГОСТ 5550-2021 «Крупа гречневая. Общие технические условия». Если проростки имеют кислый запах или выраженную горечь, продукт непригоден в пищу.

Получение пророщенного зерна состоит из двух этапов: подготовительного этапа и самого процесса проращивания. На этапе подготовки зерно очищается от примесей, сортируется, промывается и замачивается. Длительность замачивания варьируется от 4 до 6 ч при комнатной температуре, так как зерно гречихи зеленой очень быстро абсорбирует в себя воду. Уровень воды должен быть на 2–3 см выше уровня зерна. Затем вода сливается, зерна промываются, выкладываются на хорошо вентилируемую поверхность, накрываются влажной тканью и убираются в темное место при комнатной температуре. 2–3 раза в сутки зерна перемешиваются и контролируется уровень влажности. Через 12 ч появятся первые ростки от 1 до 3 мм, через 24 ч – от 5 до 7 мм, через 36 ч – более 10 мм (см. рисунок).

Этот метод не требует специализированного оборудования, что делает его удобным для применения даже в слабо оснащенных лабораториях и производствах. В ходе разработки рецептов эта схема была адаптирована под конкретные условия, и именно она использовалась для проращивания зеленой гречихи.



а



б



в

Пророщенная зеленая гречиха
через 12 (а), 24 (б) и 36 (в) ч после проращивания

Для оценки степени прорастания зерна гречихи зеленой использовались аналитические методы, основанные на данных, полученных с помощью специальных расчетов по определенным формулам [1]. Доля проросших зерен D , %, рассчитывалась по следующей формуле:

$$D = \frac{N_{12} + N_{24} + N_{36}}{100} \times 100\%, \quad (1)$$

где N_{12} , N_{24} , N_{36} – количество зерен, проросших через 12, 24 и 36 ч соответственно.

В ходе эксперимента была рассчитана доля пророщенного зерна, среднее время прорастания и индекс прорастания для зеленой гречихи, для этого было отобрано 100 зерен и проведен подсчет пророщенных через 12, 24 и 36 ч. Результаты расчета показателей прорастания зерна сведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Показатели прорастания зерна зеленой гречихи

Количество проросших зерен, шт.			Доля проросших зерен, %
12 ч	24 ч	36 ч	
72	20	3	95

Среднее время прорастания T_{cp} , сут, определяли по формуле:

$$T_{cp} = \frac{N_{12} + 2 \times N_{24} + 3 \times N_{36}}{N_{12} + N_{24} + N_{36}}. \quad (2)$$

Индекс прорастания I_{np} рассчитывали по формуле:

$$I_{np} = \frac{10}{T_{cp}}. \quad (3)$$

Отсюда

$$T_{cp} = \frac{72 + 40 + 9}{72 + 20 + 3} = 1,27 \text{ сут};$$

$$I_{np} = \frac{10}{1,27} = 7,87.$$

Установлено, что в процессе проращивания зерна масса увеличивается в среднем на 83 %, но при дальнейшем высушивании масса становится равна изначальной.

Пророщенное зерно гречихи имеет органолептические показатели, описанные в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Органолептические показатели качества пророщенного зерна

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Зерновая масса выровнена; форма зерна – трехгранная, треугольная; имеются ростки не более 15 мм; поверхность зерна – матовая, влажная.
Консистенция	Мягкая, с сохранением плотной оболочки, мучнистая
Цвет	Светло-коричневый с зеленоватым оттенком, ростки белые
Вкус	Свойственный здоровому пророщенному зерну, без постороннего привкуса
Запах	Травянистый, без постороннего запаха

На основании проведенного анализа качества пророщенного зерна зеленой гречихи не было выявлено никаких отклонений от нормы, что свидетельствует о строгом соблюдении всех установленных норм производства. Первоначальное сырье, использованное для проращивания, являлось отборным и сухим зерном высшего сорта, что оказало положительное влияние на конечный результат.

Библиографический список

1. *Неумывакин И. П.* Гречиха: на страже здоровья. – СПб.: Диля, 2008. – 91 с.
2. *Kim S.-L., Kim S.-K., Park C.-H.* Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable // Food Research International. – 2004. – Vol. 37 (4). – P. 319–327.

А. С. Миколайчук, С. А. Алексашина

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Оптимизация рецептуры салата «Столичный» для системы комплексного питания студентов

Аннотация. В статье представлены результаты разработки и технологического обоснования модифицированной рецептуры салата «Столичный» для организации комплексного питания студентов высших учебных заведений. Актуальность работы обусловлена необходимостью коррекции рациона студентов в сторону снижения калорийности и насыщенных жиров при сохранении высокой пищевой ценности блюда. В рамках исследования традиционный майонез заменен на соус на основе 2 %-го греческого йогурта, что позволило снизить энергетическую ценность порции и обогатить блюдо легкоусвояемым белком, а также молочнокислыми микроорганизмами. Разработана технологическая схема приготовления. Предложенная модификация может быть рекомендована для внедрения в практику работы предприятий общественного питания при вузах как элемент стратегии формирования здорового пищевого поведения обучающихся.

Ключевые слова: студенческое питание; комплексный обед; салат «Столичный»; оптимизация рецептуры; греческий йогурт; технологическая схема.

Организация питания студентов высших учебных заведений является важным фактором сохранения их здоровья и поддержания высокой умственной работоспособности. Современные условия обучения характеризуются высокой интенсивностью учебного процесса, дефицитом времени и, как следствие, формированием нерегулярных пищевых привычек [2]. Студенческая столовая в этой системе выступает не только как предприятие общественного питания, но и как важная социальная площадка, способствующая формированию культуры здорового рациона.

Одной из наиболее эффективных форм организации питания в вузах является реализация комплексных обедов, структура которых включает холодную закуску, суп, горячее блюдо и напиток [3]. Салаты, входящие в состав комплексного обеда, играют важную роль в обеспечении организма витаминами, минеральными веществами и пищевыми волокнами. Однако традиционные рецептуры, в частности салата «Столичный» [4], часто предполагают использование высококалорийных соусов на основе майонеза, что противоречит принципам здорового питания и может способствовать избыточному потреблению жиров.

В последние годы в сфере студенческого питания наблюдается тенденция к внедрению принципов здорового образа жизни (ЗОЖ), что выражается в увеличении спроса на блюда с пониженным содержанием соли, сахара и насыщенных жиров [1]. В связи с этим возникает необходимость технологической адаптации классических рецептур, позволяющей сохранить органолептические свойства блюда при улучшении его нутриентного профиля.

Цель работы – разработка и технологическое обоснование модифицированной рецептуры салата «Столичный» с заменой майонезного соуса на заправку из греческого йогурта для использования в системе комплексного питания студентов.

Объектом исследования является салат «Столичный», включенный в состав разработанного комплексного обеда для студенческой столовой. Работа выполнена в Высшей биотехнологической школе СамГТУ. Разработка рецептуры и технологической документации осуществлялась на основе действующих нормативных документов: СанПиН 2.3/2.4.3590-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения» и сборников рецептур для предприятий общественного питания [4].

В основу разработки легла концепция замены высококалорийного майонеза на соус на основе греческого йогурта с добавлением дижонской горчицы, лимонного сока и специй. Такой подход позволяет сохранить привычный вкус блюда, но с более низким содержанием жиров и калорий, а также обогатить салат молочным белком и пробиотическими культурами.

В табл. 1 представлена разработанная рецептура салата «Столичный» на 100 г готового блюда, а также его пищевая ценность в табл. 2.

Разработанный салат характеризуется низким содержанием жиров (4,7 г/100 г) и умеренной калорийностью (104,7 ккал/100 г) при достаточно высоком содержании белка (12,3 г/100 г). Использование греческого йогурта обогащает блюдо полноценным молочным белком и пробиотическими микроорганизмами, что способствует улучшению пищеварения [5].

Таблица 1

Рецептура разработанного салата «Столичный», г

Сырье	Масса нетто
Филе куриное отварное	26,7
Картофель отварной	13,3
Яйца куриные отварные	10,7
Огурцы соленые	13,3
Салат-латук	6,7
Йогурт греческий 2%-й	26,7
Горчица дижонская	0,7
Сок лимонный	0,7
Соль	0,2
Перец черный молотый	0,1
Сахар	0,2
Укроп	2,7
<i>Итого</i>	<i>100,0</i>

Таблица 2

Пищевая ценность разработанного салата «Столичный», на 100 г

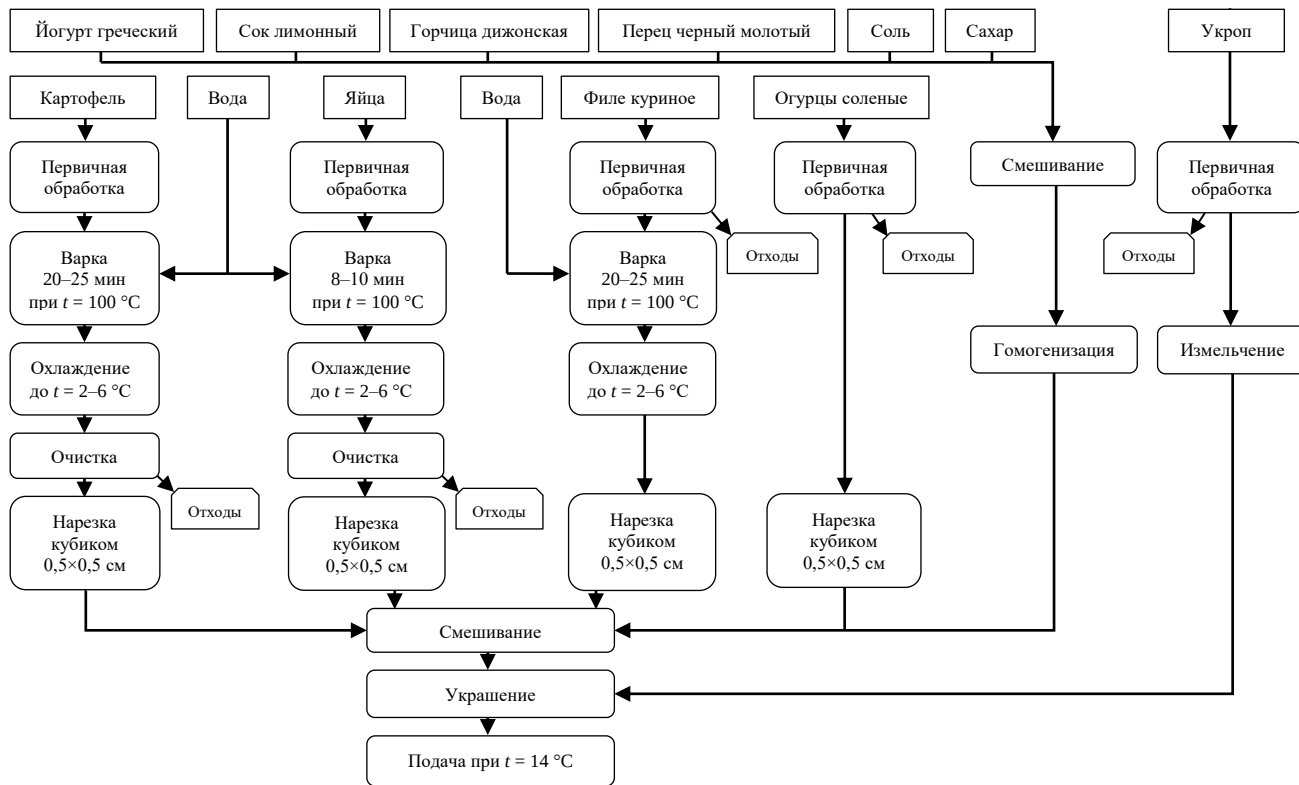
Показатель	Значение
Белки, г	12,3
Жиры, г	4,7
Углеводы, г	7,7
Энергетическая ценность, ккал	104,7

Разработанная технология приготовления салата «Столичный» включает следующие этапы (см. рисунок):

1) первичная обработка сырья: куриное филе промывают, отваривают до готовности, охлаждают до температуры 2–6 °С; картофель отваривают в кожуре, охлаждают, очищают; яйца обрабатывают в соответствии с санитарными требованиями (промывка в теплом растворе соды, ополаскивание), варят, охлаждают и очищают; соленые огурцы обсушивают; салат-латук и укроп перебирают, промывают, замачивают в солевом растворе для удаления загрязнений;

2) нарезка компонентов: все вареные ингредиенты (курица, картофель, яйца), соленые огурцы и салат-латук нарезают кубиком 0,5×0,5 см для обеспечения эстетичности и равномерного распределения заправки;

3) приготовление заправки: 2 %-й греческий йогурт, дижонскую горчицу, лимонный сок, соль, перец и сахар гомогенизируют до однородной эмульсии;



Технологическая схема производства блюда салат «Столичный»

4) сборка и отпуск: подготовленные компоненты соединяют, добавляют заправку, аккуратно перемешивают. Готовый салат выкладывают на тарелку и украшают измельченным укропом. Температура подачи – 14 °С.

С точки зрения организации производства в студенческой столовой предложенная модификация имеет ряд преимуществ. Использование греческого йогурта в качестве основы заправки исключает необходимость приготовления эмульсионных соусов на месте, что сокращает время на подготовительные операции. Все ингредиенты салата проходят предварительную тепловую обработку, что позволяет организовать их приготовление в утренние часы (до начала пикового обслуживания) с последующим охлаждением и хранением в холодильном оборудовании. Сборка салата осуществляется непосредственно перед отпуском, что обеспечивает сохранность формы нарезки и предотвращает выделение влаги из овощей.

В результате проведенного исследования разработана и технологически обоснована модифицированная рецептура салата «Столичный», адаптированная для использования в системе комплексного питания студентов.

Разработанная рецептура предполагает замену традиционного майонеза на соус из греческого йогурта, что позволило получить блюдо с низким содержанием жиров (4,7 г/100 г) и умеренной калорийностью (104,7 ккал/100 г) при высоком содержании белка (12,3 г/100 г). Такой нутриентный профиль соответствует современным принципам здорового питания.

Технологическая схема приготовления включает последовательность операций, обеспечивающую сохранение органолептических свойств блюда и соблюдение санитарно-гигиенических требований (раздельная тепловая обработка, охлаждение компонентов перед нарезкой, использование промаркированного инвентаря).

Предложенная модификация обладает технологическими преимуществами для организации массового производства в студенческой столовой: возможность предварительной подготовки компонентов, сокращение времени на приготовление заправки, удобство порционирования.

Разработанная рецептура может быть рекомендована для внедрения в практику работы столовых высших учебных заведений в рамках стратегии формирования здорового пищевого поведения студентов.

Библиографический список

1. Васнева О. Н. Тенденции развития рынка общественного питания в России // Индустрия питания. – 2024. – Т. 9. – № 1. – С. 23–31.

2. Калинина И. В., Александрова И. Э. Гигиеническая оценка фактического питания и здоровья студентов // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92. – № 2. – С. 44–51.

3. Королев А. А. Гигиена питания: учеб. для студентов вузов. – М.: Академия, 2021. – 528 с.

4. Сборник рецептов блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания / под общ. ред. Н. А. Лукиной. – М.: Хлебпродинформ, 2022. – 680 с.

5. Теплов В. И., Боряев В. Е. Физиология питания: учеб. пособие. – М.: Дашков и К, 2023. – 280 с.

Е. Ю. Минниханова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Разработка рецептуры функционального мармелада профилактической направленности

Аннотация. В последние годы повышенное внимание специалистов в области питания направлено на разработку линеек продукции пищевой промышленности и общественного питания. Значительную долю занимают рецептуры кондитерских изделий с включением биологически активных веществ как растительного, так и животного происхождения с разнообразным спектром действия на организм человека при ряде некоторых социально значимых заболеваний, таких как диабет 2-го типа, ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, заболевания опорно-двигательного аппарата и др. В результате совместных исследований УрГЭУ и УГМУ разработана рецептура коллагеносодержащего мармелада без сахара с натуральным соком, представленная в статье. Разработанный мармелад может использоваться в специальных видах лечебно-профилактического питания для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата

Ключевые слова: коллаген; подсластитель; физиологическая ценность; опорно-двигательный аппарат; аминокислоты.

Коллаген – это один из важнейших белков организма, на долю которого приходится 30 % общей массы белка. В организме человека обнаружено 25 типов коллагена, причем 90 % приходится на коллаген 1–4-го типов: 1-й тип – коллаген кожи, костей и сухожилий; 2-й тип – хрящи; 3-й тип – сосудистая стенка; 4-й тип – хрусталик. Синтез коллагена осуществляется из остатков пролина и лизина с помощью ферментов и кофактора – аскорбиновой кислоты.

Гидролизаты коллагена, полученные из пищевых источников, лучше усваиваются организмом и служат строительным материалом для соединительных тканей. Ферментативно гидролизированный коллаген с добавками эссенциальных аминокислот, хондроитина сульфата

и натрия гиалуроната позволяет создавать нутрицевтики с регулируемыми характеристиками, необходимыми для эффективной профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата [4]. Коллагеновые пептиды оказывают комплексное воздействие на различные системы организма, включая опорно-двигательный аппарат (далее – ОДА), кожу, волосы, мышцы, процессы заживления ран. Влияние на ОДА проявляется в снижении боли у пациентов с остеоартритом коленного сустава, улучшении повседневной активности и уменьшении болевого синдрома [2]. Длительный прием коллагена (от 10 до 20 г в день в течение 6–9 мес.) способствует укреплению мышечной массы и костной ткани, особенно у активных людей среднего возраста [4].

Анализ номенклатуры интернет-ритейлеров показывает, что основными формами выпуска коллагеновых продуктов по объемам продаж являются:

- порошки (наиболее популярная форма, так как она удобна для добавления в напитки и блюда);
- капсулы (занимают второе место по популярности, предпочитают теми, кто ищет удобство в применении);
- таблетки (удобны для тех, кто предпочитает традиционные формы добавок);
- растворы (набирают популярность благодаря быстрому усвоению, удобству применения);
- жевательные резинки (привлекают внимание любителей сладкого и тех, кто не любит порошки и капсулы);
- мармелад – новая форма, которая становится все более популярной благодаря приятному вкусу и текстуре.

Каждая из этих форм имеет свои преимущества и недостатки, что определяет их востребованность среди потребителей. Основным недостатком данных форм является сложный состав, присутствие сахара, большого количества вспомогательных веществ, стабилизаторов, консервантов, негативно влияющих на микрофлору желудочно-кишечного тракта [1; 3].

Мармелад, жевательные конфеты, сочетают в себе приятный вкус и удобство использования. Исходя из проведенного анализа, наиболее перспективными формами выпуска коллаген содержащих препаратов являются кондитерские формы (мармелад и жевательные конфеты). Эти формы пользуются популярностью благодаря своей универсальности и доступной цене, что делает их оптимальным выбором для широкого круга потребителей.

На кафедре технологии питания УрГЭУ совместно с коллегами кафедры фармации УГМУ разработана рецептура коллагенсодержащего

мармелада без сахара с натуральным соком. Способ получения коллагенсодержащего мармелада без сахара с натуральным соком и подсластителем, включает стадии:

- приготовление раствора желатина;
- смешивание концентрированного сока с глицерином и коллагеном;
- смешивание растворов;
- нагревание до температуры 85–90 °С,
- добавление вкусоароматических ингредиентов;
- розлив в предварительно подготовленные формы.

Полученный мармелад может быть использован в качестве основы для добавления других физиологически-активных субстанций (аскорбиновой кислоты, натрия гиалуроната, хондроитина сульфата) с варьированием вкуса с добавлением натуральных заменителей сахара (стевии, олигозидов), и натурального ароматизатора. Целью первого раздела работы было определение оптимального состава ингредиентов модельной смеси.

Желатин (желирующий агент пищевой, гранулированный; ГОСТ 11293-2017), замачивали на 30 мин в питьевой воде (СанПиН 1.2.3685-21) при соотношении 1:1 (масс.). В стакане смешивали концентрированный сок 65–75 °ВХ (ТР ТС 023/2011), глицерин пищевой (марка ПК-94; ГОСТ 6824-96) в соотношении 1:1 (масс.), добавляли говяжий гидролизированный коллаген (порошкообразный; ТР ТС 021/2011). По истечению 30 мин, раствор с концентрированным соком, глицерином и коллагеном добавляли в набухший желатин. Смесь нагревали на водяной бане до температуры 80–90 °С, перемешивали до растворения желатина. Готовый раствор разливали по 10–11 г в заранее подготовленные силиконовые формы. Заполненные формы выдерживали при температуре 4–8 °С (в холодильной камере) для полного застудневания и стабилизации структуры мармелада. После охлаждения мармелад извлекали из форм подвергали дополнительной обработке (обсыпка, глянцеование, подсушивание).

Группа дегустаторов (12 чел.) оценивала вкус полученного мармелада по вкусу, пластичности, прилипанию к зубам, разжевыванию по пятибальной шкале коллегиально (см. таблицу).

Оптимальные соотношения, % (по массе): коллаген – от 3 до 15; сок концентрированный – от 31,5 до 41,0; глицерин – от 31,5 до 41,0; желатин – от 7,5 до 11,0; вода – от 7,5 до 11,0, обеспечивают вкус мармелада, наиболее близко соответствующий, по мнению экспертов, вкусу стандартного мармелада (пластичностью 4–5 мм; прилипанием к зубам 4,0–5,0 баллов; разжевывание – не менее 4,0 баллов; внешний вид – не менее 4,0) и позволяют добиться стабильности при хранении, в условиях закрытой упаковки при температуре 18–25 °С 6 мес.

Влияние ингредиентов на органолептические характеристики мармелада

Показатель	Образцы				
	1	2	3	4	5
Состав образцов					
Раствор желатина, %	13	15	20	22	28
Сок / глицерин, %	86	82	75	63	52
Коллаген, %	1	3	5	15	20
Показатели качества					
Вкус, балл	5,0	4,8	4,5	4,1	3,5
Пластичность, мм	5,0	4,5	4,4	4,1	3,0
Прилипание к зубам, балл	5,0	4,7	4,2	4,0	3,5
Разжевывание, балл	4,8	4,6	4,3	4,0	3,4
Внешний вид, балл	5,0	5,0	5,0	4,5	3,0

Таким образом, в разработанной рецептуре «Коллагенсодержащий мармелад без сахара с натуральным соком и подсластителем» были достигнуты следующие результаты:

- сахар из состава заменен на исключительно на натуральный глицерин пищевого достоинства марки ПК-94;
- в качестве основного вкусоароматического компонента используется концентрированный сок;
- в составе отсутствуют синтетические подсластители, консерванты и стабилизаторы.

Органолептические и физико-химические свойства контролировали по требованиям ГОСТ 6442-2014 «Мармелад. Общие технические условия», микробиологический анализ по ОФС.1.2.4.0002.15 «Микробиологическая чистота» (КМАФА-М, БГКП, патогенные микроорганизмы, дрожжи, плесени).

Разработанная рецептура коллагенсодержащего мармелада без сахара может использоваться в специальных видах лечебно-профилактического питания для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Библиографический список

1. Минниханова Е. Ю. Пути снижения калорийности продукции общественного питания // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 12 октября 2020 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ, 2020. – С. 94–98.
2. Сергеев В. Н. Обоснование состава лечебно-профилактических рационов питания при заболеваниях опорно-двигательного аппарата // Вестник восстановительной медицины. – 2019. – №. 2. – С. 58–65.

3. Чугунова О. В., Заворохина Н. В. Перспективы создания пищевых продуктов с заданными свойствами, повышающих качество жизни населения // Известия УрГЭУ. – 2014. – № 5. – С.120–125.

4. Lin K. R., Tsai S. L., Huang K. Y. et al. Analgesic efficacy of collagen peptide in knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials // Journal of Orthopaedic Surgery and Research. – 2023. – Vol. 18 (1). – Art. 694.

И. С. Пупышева, О. Е. Патрушева

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Предварительные исследования для разработки безглютеновых мучных кондитерских изделий

Аннотация. В последние годы во всем мире наблюдается повышенный интерес к безглютеновому питанию, и этот интерес только растет. Однако замена муки на ее альтернативные варианты приводит к принципиальному изменению структурной основы теста и требует применения новых технологических решений. В связи с этим проведены предварительные исследования по разработке рецептур кексов творожных и эклеров без использования пшеничной муки, содержащей глютен. У эклеров пшеничная мука была заменена на рисовую, миндальную и кокосовую муку с использованием псиллиума и ксантановой камеди. У кексов творожных произведена частичная замена муки пшеничной на 2 вида крахмала для предварительного исследования изменения структуры теста и готовых изделий.

Ключевые слова: безглютеновые изделия; мучные кондитерские изделия; кекс; эклер; органолептическая характеристика.

В настоящее время рынок продуктов питания характеризуется высоким уровнем насыщения и разнообразия. Наряду с традиционными продуктами потребителю предлагается широкий ассортимент изделий, различающихся по составу, способам производства и потребительским свойствам. В сложившихся условиях наблюдается устойчивая тенденция к формированию культуры осознанного потребления, особенно среди молодого поколения. Современный потребитель все чаще обращает внимание не только на вкусовые характеристики продукта, но и на его экологичность, пользу для здоровья, влияние на организм, а также на состав и происхождение ингредиентов¹.

Особую значимость приобретает создание продуктов, сочетающих в себе высокие органолептические показатели с функциональными

¹ *INFOLine: пять ведущих трендов в пищевой промышленности 2025–2026 годов* // Retail.ru – URL: https://www.retail.ru/tovar_na_polku/infoline-pyat-vedushchikh-trendov-v-pishchevoy-promyshlennosti-2025-2026-godov (дата обращения: 01.02.2026).

свойствами, такими как обогащение полезными веществами, пониженное содержание аллергенов, улучшенная сохраняемость. При этом важным критерием выбора становится продление сроков хранения без потери качества и полезных свойств, что отвечает принципам ответственного потребления и сокращения пищевых отходов [3].

В последние годы во всем мире наблюдается повышенный интерес к безглютеновому питанию, и этот интерес только растет. Согласно данным *Global Market Insights*, мировой рынок безглютеновых продуктов в 2024 г. оценивался в 7,7 млрд долл. США, а к 2034 г. прогнозируется его увеличение до 12,7 млрд долл. США со среднегодовым темпом роста 5,4 %. Данная тенденция обуславливается несколькими факторами: увеличением числа людей с подтвержденной целиакией; ростом популярности здорового образа жизни потребителей, которые считают безглютеновые продукты полезной альтернативой; расширением доступности продукции¹.

Однако, замена муки на ее альтернативные варианты приводит к принципиальному изменению структурной основы теста и требует применения новых технологических решений. В связи с этим проведены предварительные исследования по разработке рецептур кексов творожных и эклеров без использования пшеничной муки, содержащей глютен. Цель исследований – определить возможности изменения рецептурного состава кексов и эклеров для полного исключения пшеничной муки с сохранением или оптимизацией органолептических качеств готовой продукции.

Проведены исследования по изменению состава эклеров, включающий четыре образца, различающихся составом мучной смеси и используемыми структурообразователями.

Для сравнительного анализа также был взят контрольный классический образец - эклеры на пшеничной муке, приготовленные по рецептуре из книги И. Чадеевой «Выпечка по ГОСТу. Вкус нашего детства.» [2].

Образец № 1 – эклеры на рисовой муке с ксантановой камедью. Состав мучной смеси: рисовая мука – 100 %. Данный образец служит базой для сравнения, так как отражает минимально необходимый набор ингредиентов для получения безглютенового заварного теста.

Образец № 2 – эклеры на смеси рисовой и миндальной муки. Состав мучной смеси: рисовая мука – 70 %; миндальная мука – 30 %. Введение миндальной муки направлено на повышение содержания белка,

¹ Объем рынка безглютеновых продуктов, доля и прогноз, 2034 г. // Global Market Insights. – URL: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/gluten-free-products-market> (дата обращения: 01.02.2026).

обогащение изделий полезными жирами, а также улучшение вкуса и цвета корочки.

Образец № 3 – эклеры на рисовой муке с добавлением псиллиума при сниженном содержании ксантановой камеди. Состав мучной смеси: рисовая мука – 100 %. Цель разработки – исследование влияния псиллиума на структуру теста и повышение содержания пищевых волокон.

Образец № 4 – эклеры на смеси рисовой и кокосовой муки. Состав мучной смеси: рисовая мука – 80 %; кокосовая мука – 20 %. Данный образец предназначен для обогащения изделий клетчаткой, придания экзотического вкуса и снижения гликемического индекса.

Сводная таблица рецептур контрольного и опытных образцов представлена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Сводная таблица рецептур контрольного и опытных образцов эклеров, г

Сырье	Образцы				
	Контроль	1	2	3	4
Вода	118,0	63,0	63,0	63,0	63,0
Молоко пастеризованное 3,5 %	–	72,0	72,0	72,0	72,0
Масло сливочное 82,5 %	65,0	68,0	68,0	68,0	68,0
Сахар	0,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Соль	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Яйца куриные С1	157,0	120,0	100,0	100,0	100,0
Псиллиум	–	–	–	–	–
Мука пшеничная	98,0	–	–	–	–
Мука рисовая	–	68,0	55,0	75,0	54,0
Мука миндальная	–	–	20,0	–	–
Мука кокосовая	–	–	–	–	14,0
Ксантановая камедь	–	0,4	0,4	0,2	0,4
<i>Выход теста</i>	<i>360,0</i>	<i>360,0</i>	<i>360,0</i>	<i>360,0</i>	<i>360,0</i>
<i>Выход</i>	<i>290,0</i>	<i>290,0</i>	<i>290,0</i>	<i>290,0</i>	<i>290,0</i>

Замена пшеничной муки на безглютеновые виды производилась по массе, общее количество муки в безглютеновых образцах (68–81 г) несколько ниже, чем в классическом (98 г). Это связано с тем, что безглютеновые виды муки имеют иную гигроскопичность и требуют корректировки количества жидкости и яиц для достижения правильной консистенции теста.

По предварительным исследованиям определено, что при использовании безглютеновой муки и того же количества яиц тесто получалось излишне жидким: оно расплывалось при отсадке, не держало форму, при выпечке эклеры не поднимались, внутренняя полость

отсутствовала. В связи с этим было принято решение уменьшить количество яиц для всех безглютеновых образцов со 157 до 120 г, чтобы снизить избыточную текучесть теста и добиться правильной консистенции («стекающего треугольника»). Корректировка дозировки яиц проводилась эмпирически в ходе пробных замесов до достижения оптимальной консистенции теста.

В безглютеновом тесте отсутствует глютен, поэтому для имитации его реологических свойств были введены структурообразователи:

- ксантановая камедь (0,4 г на образец). Обеспечивает связывание воды, повышает вязкость и эластичность теста.

- псиллиум (0,8 г на образец). В образце № 3 добавлен псиллиум при сниженном содержании ксантановой камеди (0,2 г) для сравнительной оценки их структурообразующей способности.

Количество структурообразователей подобрано в соответствии с рекомендуемыми дозировками: для ксантановой камеди – 0,1–0,5 % от массы муки, для псиллиума – 1–3 %.

Проведен органолептический анализ разработанных образцов, представленный в табл. 2.

Все разработанные образцы безглютеновых эклеров получили хорошие органолептические показатели, что свидетельствует о технологической проработанности рецептов и стабильности органолептических свойств. Оптимальным образцом выбран № 2 (смесь рисовой и миндальной муки 70:30), который отличался равномерным золотистым цветом с ореховым оттенком, приятным ореховым ароматом и вкусом, а также правильной формой.

Проведены исследования по изменению состава кексов. Для исследования разработаны образцы творожных кексов, приготовленные по рецептуре № 86 «Кекс творожный» [1]:

- контрольный образец – кекс творожный, приготовленный по классической рецептуре;

- образец № 1 – кекс творожный с заменой 20 % (по массе) пшеничной муки на крахмал кукурузный;

- образец № 2 – кекс творожный с заменой 20 % (по массе) пшеничной муки на крахмал тапиоковый.

В связи с отсутствием в розничной продаже творога жирностью 18 %, предусмотренного оригинальной рецептурой № 86, была проведена корректировка рецептуры. Для компенсации снижения массовой доли жира при использовании творога 5 % в рецептуру было дополнительно введено 10,4 г сливочного масла (из расчета 1,21 г масла на 1,00 г недостающего жира). Это позволило сохранить жирность теста на уровне, приближенном к контрольному образцу.

Органолептические характеристики контрольного и опытных образцов эклеров

Показатель	Образцы				
	Контроль	1	2	3	4
Внешний вид	Изделия имеют правильную удлинненную форму, характерную для эклеров. Поверхность изделий допускается с мелкими равномерными трещинами, без подтеков, крупных разрывов и деформаций. Форма сохраняется в течение всего срока реализации				
		Имеются более крупные трещины			Имеются более крупные трещины
Цвет	Равномерный, от золотистого до темно-золотистого, в зависимости от состава мучной смеси, без подгорелостей				
		Со светлым оттенком		Со светлым оттенком	Более темная поверхность
Консистенция	Эластичные, в меру упругие, в меру крошковые				
		Более толстые внутренние стенки	Более толстые внутренние стенки	Более упругая, более толстые внутренние стенки	Более толстые внутренние стенки
Вкус	Вкус приятный, сливочный, без горечи				
		С рисовым привкусом	С орехово-рисовым привкусом	С рисовым привкусом	С кокосово-рисовым привкусом
Запах	Запах чистый, характерный для изделия из заварного теста, сливочный, без посторонних запахов				
			С ореховым ароматом		С кокосовым ароматом

Замену производили следующим образом: из рецептуры контрольного образца исключали 20 % пшеничной муки (15,4 г) и добавляли эквивалентное количество (15,4 г) соответствующего крахмала, сохраняя неизменной общую массу сухой мучной смеси (мука+крахмал), которая составила 77,0 г.

Рецептуры и органолептические показатели исследуемых образцов творожного кекса представлена в табл. 3 и 4.

Т а б л и ц а 3

**Сводная таблица рецептов
контрольного и опытных образцов творожных кексов, г**

Сырье	Образцы		
	Контроль	1	2
Мука пшеничная в/с	77,0	61,6	61,6
Крахмал кукурузный	–	15,4	–
Крахмал тапиоковый	–	–	15,4
Сахар-песок	89,3	89,3	89,3
Масло сливочное 82,5 %	75,2	85,6	85,6
Творог 5 %	66,3	66,3	66,3
Меланж (яйца)	36,7	36,7	36,7
Ванильная пудра	1,3	1,3	1,3
Сода пищевая	0,13	0,13	0,13
Аммоний углекислый	0,26	0,26	0,26
Соль	0,5	0,5	0,5
Вес теста (3 шт.)	346,7	357,1	357,1

Т а б л и ц а 4

**Органолептические показатели
контрольного и опытных образцов творожных кексов**

Показатель	Образцы		
	Контроль	1	2
Внешний вид	Форма правильная, поверхность с характерными трещинами	Форма правильная, поверхность с трещинами	Форма правильная, поверхность с трещинами
Цвет мякиша	Кремовый, равномерный	Слегка желтоватый оттенок	Белый, чистый
Консистенция	Хлебная, мягкая, равномерно пористая, средняя плотность	Более плотная, «труднее жуется», ощущение питательности	Воздушная, очень нежная, мягкая, хорошо разрыхленная

Показатель	Образцы		
	Контроль	1	2
Вкус	Чистый творожный, сладкий	Присутствует привкус кукурузного крахмала	Сладкий, чистый творожный, без посторонних привкусов
Запах	Свойственный творожной выпечке	Слабый оттенок кукурузы	Чистый, нежный аромат

Контрольный образец характеризовался типичной для творожных кексов структурой. Наличие клейковины в пшеничной муке обеспечило формирование упругого каркаса, что придало изделию «хлебную» структуру. Вкус и запах соответствовали ожидаемым для творожной выпечки, посторонние привкусы отсутствовали.

Образцы с кукурузным крахмалом показали наиболее спорные результаты. Отмеченная дегустаторами более плотная текстура («труднее жется») объясняется тем, что кукурузный крахмал формирует менее эластичные гели по сравнению с тапиоковым. По данным, кукурузный крахмал дает «короткие» (легко ломающиеся) гели с более жесткой структурой. Наличие характерного привкуса кукурузы согласуется с данными о том, что кукурузный крахмал обладает собственным вкусом, который может быть замечен на фоне нейтрального творога при замене муки.

Образец с тапиоковым крахмалом характеризуется воздушной, очень нежной текстурой. Это обусловлено высокой вязкостью клейстера тапиоки и способностью этого крахмала образовывать эластичные пленки, что делает структуру более легкой и воздушной. Отсутствие посторонних привкусов подтверждает данные о том, что тапиоковый крахмал является наиболее нейтральным по вкусу среди основных видов крахмалов, что особенно ценно в продуктах с нежной вкусовой гаммой. Сладковатый оттенок вкуса может объясняться высокой влагоудерживающей способностью тапиоки, создающей ощущение сочности, которое подсознательно воспринимается как сладость.

Библиографический список

1. *Сборник рецептов мучных, кондитерских и булочных изделий* / сост. А. В. Павлов. – СПб.: Профи, 2012. – 296 с.
2. *Чадеева И. В.* Выпечка по ГОСТу. Вкус нашего детства. – М.: Эксмо, 2014. – 320 с.
3. *Thirukumaran P., Shakila P. A., Jaewoong L.* Recent Advances in Functional Biopolymer Films with Antimicrobial and Antioxidant Properties for Enhanced Food Packaging // *Polymers*. – 2025. – Vol. 17 (9). – Art. 1257.

Научный руководитель: А. В. Вяткин,
кандидат технических наук

Функциональные сладости. Сочетание приятного с полезным

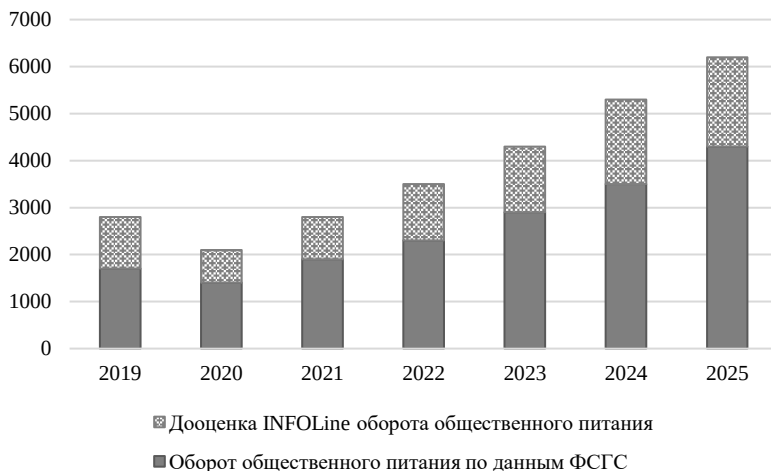
Аннотация. Здоровый образ жизни и фитнес-тренды акцентируют внимание потребителей на здоровом и функциональном питании. Это привело к более широкому списку требований к предприятиям питания для удержания в конкурентной среде. Проведены исследования по разработке полезных кондитерских изделий, а именно безлактозного ириса с добавлением кокосовых сливок, кокосового масла и сиропа топинамбура, а также ягодного мармелада без сахара с жидким центром. Благодаря изменению рецептуры удалось достичь улучшения химического состава (пищевые вещества, энергетическая ценность, витамины, минеральные вещества), исключить лактозосодержащие продукты из ириса и сахара из мармелада.

Ключевые слова: кондитерские изделия; витамины; ирис; мармелад.

В настоящее время актуален системный анализ трансформаций, которыми переживает рынок под влиянием ряда ключевых факторов. Эволюция потребительских предпочтений – один из таких факторов. С одной стороны, сохраняется высокий спрос на традиционные, знакомые с детства продукты масс-маркета, с другой стороны – набирает мощную силу тренд на осознанное потребление, что выражается в растущем спросе на продукты с улучшенным составом (без сахара, глютена, лактозы, на растительной основе), обогащенные функциональными ингредиентами, а также на крафтовые и премиальные изделия ручной работы [3].

В Сибирском государственном университете науки и технологии был проведен анализ оборота предприятий общественного питания, по нему можно сделать следующие выводы: в 2019 г. оборот составил 1,83 трлн р. В 2020 г. произошло снижение до 1,45 трлн р., что связано с введенными ограничительными мерами из-за пандемии COVID-19. С 2021 г. наблюдается устойчивый рост – 1,93 трлн р. в 2021 г., 2,35 трлн р. в 2022 г., 2,83 трлн р. в 2023 г. За данный период оборот общественного питания в России увеличился на 64,66 %, или на 1,00 трлн р. [1].

На рисунке показана динамика оборота общественного питания по выручке 2019–2025 гг.



Динамика оборота общественного питания, млрд р.¹

Эффективность предприятий общественного питания в конкурентной среде напрямую связана с их способностью адаптироваться к внешним условиям и учитывать потребности целевой аудитории. Предприятия, которые систематически изучают рыночную среду и смело внедряют инновационные решения в меню, в среднесрочной перспективе достигают лучших показателей результативности. На фоне растущей популяризации здорового образа жизни потребители все чаще руководствуются соображениями пользы для организма при выборе продуктов питания. Учитывая устойчивую популярность кондитерских изделий среди всех демографических групп населения, создание функциональных продуктов питания, отвечающих современным стандартам здорового питания, является актуальным.

Российский рынок кондитерских изделий является одним из самых объемных и занимает четвертое место в мире, а кондитерская промышленность – одна из бюджетообразующих отраслей экономики России [4; 5].

Здоровый образ жизни и фитнес-тренды акцентируют внимание потребителей на здоровое и функциональное питание. Это привело к более широкому списку требований к предприятиям питания для удержания в конкурентной среде.

¹ Составлено по: *INFOline*. – URL: <https://infoonline.spb.ru/> (дата обращения: 25.01.2026); *Федеральная служба государственной статистики* – URL: <http://ssl.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 25.01.2026).

По оценкам экспертов, в обозримой перспективе сохранится устойчивая тенденция к росту спроса на продукцию кондитерской промышленности, позиционируемую как соответствующая принципам здорового питания. Речь идет о кондитерских изделиях, которые:

- имеют натуральный состав;
- отличаются пониженной калорийностью;
- обладают функциональными свойствами;
- обогащены полезными компонентами [2].

В связи с этим проведены исследования по разработке полезных кондитерских изделий. А именно безлактозный ирис с добавлением кокосовых сливок, кокосового масла и сиропа топинамбура, и ягодный мармелад без сахара с жидким центром. Данные изделия будут востребованы у различных категорий населения, которые следят за своим пищевым статусом, ведут профилактику заболеваний или уже имеют, в частности, непереносимость лактозы.

Разработан безлактозный ирис с добавлением кокосовых сливок, кокосового масла и сиропа топинамбура. Расчет добавления кокосовых сливок и масла производился в соотношении массы молочных сливок и масла соответственно. Расчет добавления сиропа топинамбура производился в соотношении сахара-песка и инвертного сахара. Сводная таблица рецептур контрольного и разработанного образца представлена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Сводная таблица рецептур, г

Сырье и пищевые продукты	Контрольный образец	Разработанный образец
Сливки молочные 33 %	150,0	–
Масло сливочное 82,5 %	25,0	–
Инвертный сахар	50,0	–
Кокосовые сливки	–	150,0
Кокосовое масло	–	18,0
Сироп топинамбура	–	120,0
Сахар-песок	150,0	80,0
<i>Выход</i>	<i>300,0</i>	<i>300,0</i>

В табл. 2 представлен сравнительный анализ органолептических показателей качества контрольного и разработанного образцов. Химический состав образцов ириса представлен в табл. 3.

Т а б л и ц а 2

**Сравнение органолептических показателей качества
контрольного и разработанного образцов ириса**

Показатель	Контрольный образец	Разработанный образец
Вкус и запах	Свойственные сливочному ирису, без постороннего привкуса и запаха	Присутствует вкус и выраженный аромат кокоса
Форма	Прямоугольная, брусок	
Консистенция	В меру мягкая, тягучая	
Цвет	Оранжево-коричневый	Светло-коричневый
Поверхность	Сухая, не масляная	

Т а б л и ц а 3

Химический состав контрольного и опытного образцов

Показатель	Контрольный образец	Разработанный образец
Белки, г	1,0	1,2
Жиры, г	22,2	17,1
Углеводы, г	61,4	52,6
Пищевые волокна, г	0,0	1,1
Энергетическая ценность, кДж/ккал	385,9 / 1614,3	312,4 / 1307,1
Витамины		
А, мкг	30,0	1,2
В, мг	4,9	13,6
С, мг	0,1	4,6
Е, мг	0,2	0,5
РР, мг	0,2	2,2
К, мкг	1,7	0,4
Минеральные вещества		
К, мг	122,7	389,9
Са, мг	120,6	41,9
Na, мг	371,7	57,8
Mg, мг	8,7	29,8
P, мг	74,0	111,1
Fe, мг	1,0	0,9

Содержание витаминов Е, С и группы В значительно выше в разработанном образце, чем в контрольном образце. Такой результат достигается за счет замены коровьих сливок и масла на кокосовые, а также добавления сиропа топинамбура в состав ириса.

Разработан ягодный мармелад со 100 % заменой сахар-песка на сахарозаменитель с использованием жидкого центра.

По предварительным исследованиям выявлено, что мармелад из жимолости в основе которого желирующим агентом является яблочный пектин - не стал застывать, а спустя несколько дней высох, стал в виде пастилы, это может быть связано с тем, что pH жимолости ниже 7, из-за кислой среды не происходит связывающей реакции между пектином и пюре жимолости. Также причиной может являться то, что не была использована лимонная кислота, которая ускоряет желирование мармелада. Еще одной из причин того, что мармелад на пектине не дал успешного результата может являться то, что в рецептуре сахарный песок был полностью заменен на сахарозаменитель. Ввиду этого пектин был заменен на порошкообразный агар-агар с силой 900.

Предложено добавить в мармелад жидкий центр (полуфабрикат) со 100 % заменой сахара на сахарозаменитель (табл. 4). Для лучшей структуры были использованы ягоды красной смородины.

Т а б л и ц а 4

Рецептура жидкого центра (полуфабрикат), г

Сырье	Масса брутто, г	Масса нетто, г
Пюре смородины красной	10,0	100,0
Яблочный пектин	4,0	4,0
Сластеля-супер	0,6	0,6
<i>Выход</i>	—	<i>100,0</i>

Сводная таблица рецептов контрольного и разработанного образца представлена в табл. 5.

Т а б л и ц а 5

Сводная таблица рецептов, г

Сырье	Контрольный образец	Разработанный образец
Жимолость свежая	88,0	103,5
<i>или</i> пюре жимолости	85,0	100,0
Агар-агар	1,0	2,0
Сахар-песок	19,0	—
Сластеля-супер	—	0,6
Жидкий центр	2,0	2,0
<i>Выход</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>

В ходе экспериментальной части разработки рецептуры был проведен контроль качества готовой продукции по органолептическим показателям. Была проведена оценка по таким критериям как: вкус, запах, цвет, консистенция, форма, поверхность, результат представлен в табл. 6.

Таблица 6

Органолептическая характеристика исследованных объектов

Показатель	Контрольный образец	Разработанный образец
Вкус	Сладкий, умеренно кислый	Менее кислый, умеренно сладкий
Запах	Свойственный мармеладу на основе пюре из жимолости	
Цвет	Темно-фиолетовый, характерный пюре из жимолости	
Консистенция	Студнеобразная затяжистая, жидкий центр не вытекает	
Форма	Характерная для формового мармелада – с четкими гранями, правильная, без деформации	
Поверхность	Глянцевая, не прилипает к рукам	

В табл. 7 представлен сравнительный анализ химического состава контрольного образца (мармелада с сахаром на агар-агаре без жидкого центра) и разработанным образцом с полной заменой сахара на сахарозаменитель, с жидким центром на пектине.

Таблица 7

Химический состав готового продукта, на 100 г

Показатель	Контрольный образец	Разработанный образец
Белки, г	0,0	0,2
Жиры, г	0,0	0,0
Углеводы, г	26,3	10,5
Пищевые волокна, г	0,0	0,2
Энергетическая ценность, кДж/ккал	447,4 / 107,0	179,3 / 42,9
Витамины		
А, мкг	56,8	70,6
В, мг	0,1	0,1
С, мг	24,2	30,6
Е, мг	0,1	0,1
РР, мг	0,0	0,0
К, мкг	32,8	39,9
Минеральные вещества		
К, мг	71,9	93,1
Са, мг	27,2	30,6
Na, мг	30,2	37,2
Mg, мг	31,6	35,0
Р, мг	29,2	37,0
Fe, мг	1,1	1,2

Замена сахара на сахарозаменитель привела к положительному результату, в 2,5 раза уменьшилось содержание углеводов в трех испытуемых объектах. Также, благодаря использованию жидкого центра в мармеладе, витаминный и минеральный состав продуктов незначительно, но стал выше, чем у контрольного образца без него.

Библиографический список

1. *Афанасьева А. В., Мельман И. В.* Перспективы развития рынка общественного питания в России // Экономические науки. – 2025. – №1. – С. 30–36.
2. *Коденцова В. М., Вржесинская О. А., Никитюк Д. Б., Тутельян В. А.* Витаминная обеспеченность взрослого населения Российской Федерации: 1987–2017 гг. // Вопросы питания. – 2018. – № 4. – С. 62–68.
3. *Санжаровская Н. С., Сокол Н. В.* Использование растительного сырья в производстве сахаристых кондитерских изделий // Food Processing: Techniques and Technology. – 2016. – № 3. – С. 63–67.
4. *Dekker P. J. T., Koenders D., Bruins M. J.* Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits // Nutrients. – 2019. – Vol. 3. – P. 237–245.
5. *Misselwitz B., Pohl D., Fruhauf H. et al.* Lactose malabsorption and intolerance: Pathogenesis, diagnosis and treatment // United European Gastroenterology Journal. – 2013. – Vol. 1. – P. 151–159.

*Научный руководитель: А. В. Арисов
кандидат технических наук*

О. С. Чеченихина, А. А. Курбанова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Биотехнологическая разработка ферментативного напитка на основе тыквы с применением ферментов и натуральных сахарозаменителей

Аннотация. Разработана рецептура ферментативного напитка на основе тыквы с использованием стевии, амилазы и пектиназы. Оценены физико-химические и органолептические свойства образцов. Добавление пектиназы увеличило выход продукта на 26 %, обеспечило сохранение вкуса без горечи после имитации желудочной среды и стабильный питательный профиль. Напиток рекомендован для профилактики метаболических нарушений.

Ключевые слова: тыква; ферментативный напиток; пектиназа; амилаза; стевия; pH; сухие вещества; профилактика метаболических нарушений.

В настоящее время проблема метаболических нарушений (ожирение, сахарный диабет 2-го типа, метаболический синдром) приобрела масштабный характер [1; 2; 3]. Согласно данным Росстата за 2023 г.,

избыточный вес наблюдается у 62,5 % россиян старше 19 лет, а каждый третий житель России имеет ожирение или предожирение¹. Ключевым фактором развития данных нарушений является несбалансированное питание с высоким содержанием сахара и искусственных подсластителей [4; 5; 6]. В связи с этим актуальной задачей становится разработка функциональных продуктов питания, направленных на профилактику метаболических расстройств.

Перспективным направлением является использование ферментации растительного сырья, позволяющей повысить биодоступность нутриентов и улучшить органолептические свойства продуктов. Тыква обладает богатым составом (пектин, витамины А, С, Е, калий, магний, цинк) и низким гликемическим индексом, что делает ее привлекательным сырьем для создания функциональных напитков [7].

Цель исследования – разработать рецептуру ферментативного напитка на основе тыквы с использованием натурального сахарозаменителя и ферментов и оценить его физико-химические и органолептические показатели.

Материалы и методы

Объектами исследования служили три образца ферментативного напитка на основе тыквы (сорт «Россиянка»): образец № 1 (контрольный): мякоть тыквы, вода, сироп стевии, изюм, сок лимона; образец № 2 (опытный): аналогичный состав, изюм исключен, добавлена α -амилаза; образец № 3 (опытный): аналогичный состав, изюм исключен, добавлена пектиназа.

Технология включала подготовку сырья, приготовление настоя (вода 80 °С, добавление стевии, охлаждение до 24 °С), смешивание компонентов, ферментацию при 20–25 °С в течение 24 ч, фильтрацию.

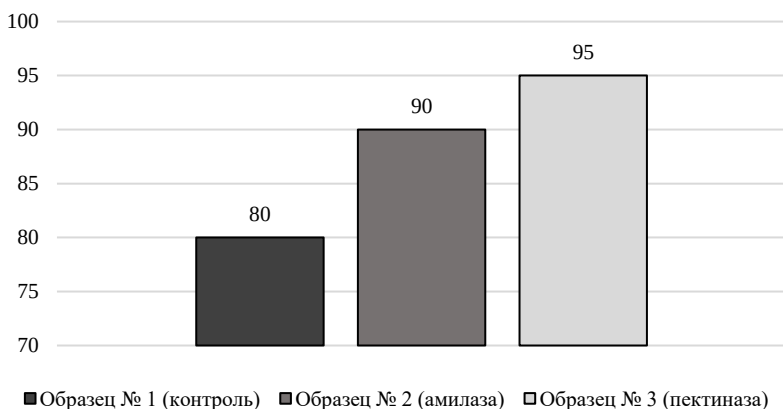
Физико-химические показатели определяли следующими методами: рН готовых образцов определяли с помощью лакмусовой бумаги с последующим сопоставлением с эталонной шкалой; массовую долю сухих веществ – рефрактометрическим методом. Органолептическую оценку (внешний вид, цвет, вкус, аромат) проводили с участием 7 независимых экспертов по 5-балльной шкале.

Для оценки стабильности продукта в желудочно-кишечном тракте проводили имитацию желудочной среды: образцы напитка (10 мл) смешивали с искусственным желудочным соком (10 мл; 0,1 М HCl, пепсин 0,32 г, NaCl 0,2 г/100 мл) и инкубировали при 37 °С в течение 2 ч.

¹ Росстат: доля россиян с избыточным весом достигла 62,5 % // Коммерсантъ. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6864713> (дата обращения: 12.03.2026).

Результаты исследования

Установлено, что образец с пектиназой (№ 3) продемонстрировал наибольший выход готового напитка – на 26 % выше по сравнению с контрольным образцом (см. рисунок). Пектиназа гидролизует пектин клеточных стенок тыквы, что способствует высвобождению сока, растворимых витаминов, минералов и ароматических соединений. Контрольный образец (без ферментов) показал минимальный выход вследствие отсутствия ферментативной обработки. Образец с амилазой занял промежуточное положение.



Выход готового продукта, %

Результаты анализа pH и массовой доли сухих веществ представлены в таблице.

Физико-химические показатели образцов ферментативного напитка

Образец	рН		Массовая доля сухих веществ, %	
	до имитации	после имитации	до имитации	после имитации
№ 1 (контрольный)	5,0	4,0	2,0	2,0
№ 2 (амилаза)	5,0	4,0	2,0	2,0
№ 3 (пектиназа)	5,0	4,0	2,0	2,0

Все три образца показали одинаковое изменение pH: до имитации желудочного сока – 5,0 (слабокислая среда, характерная для ферментированных напитков), после имитации – 4,0 (умеренно кислая среда). Снижение pH обусловлено буферными свойствами тыквы и лимонного

сока, а также добавлением HCl в модели желудочного сока. Ферменты (амилаза, пектиназа) не влияют на pH, так как их функция – катализ биохимических реакций, а не изменение кислотности. Полученные значения pH безопасны для желудочно-кишечного тракта и соответствуют норме для ферментированных продуктов.

Массовая доля сухих веществ во всех образцах составила 2 % как до, так и после имитации желудочного сока. Данный факт объясняется тем, что рефрактометр измеряет концентрацию растворенных веществ (преимущественно сахаров), а основная часть сухого вещества тыквы (клетчатка, пектин) не влияет на показатель преломления. Добавление HCl и пепсина не изменяет концентрацию растворенных компонентов, так как кислота не вносит новых сухих веществ, а пепсин расщепляет белки на пептиды, остающиеся в растворе. Таким образом, ферменты не нарушают питательный профиль напитка.

Дегустационная оценка показала, что наивысший суммарный балл (17,3 из 20,0) получил образец с пектиназой (№ 3). Он характеризовался мягким вкусом с легкой сладостью, чистым тыквенным ароматом и высокой прозрачностью. Образец с амилазой (№ 2) получил 15,3 балла – нейтральный вкус с оттенками вареной тыквы. Контрольный образец (№ 1) – 16,3 балла, приятный сладковато-фруктовый вкус с выраженными нотами тыквы и легкой кислинкой.

После имитации желудочного сока образец с пектиназой (№ 3) сохранил сбалансированный кисловатый вкус без горечи (13,2 балла), тогда как контрольный образец приобрел заметную горечь (11,5 баллов). Это свидетельствует о высокой устойчивости напитка с пектиназой к кислотной среде желудка и сохранении его потребительских свойств.

Заключение

В результате проведенных исследований разработана рецептура ферментативного напитка на основе тыквы с использованием натурального сахарозаменителя (сироп стевии) и ферментов (амилазы, пектиназы). Установлено, что добавление пектиназы обеспечивает наибольший выход готового продукта – на 26 % выше по сравнению с контрольным образцом – за счет гидролиза пектиновых волокон клеточных стенок тыквы. Физико-химические показатели стабильны во всех образцах, что подтверждает: ферменты не нарушают питательный профиль напитка. Органолептическая оценка показала, что образец с пектиназой сохранил сбалансированный кисловатый вкус без горечи после обработки искусственным желудочным соком, тогда как контрольный образец приобрел заметную горечь. Таким образом, разработанный напиток обладает низкой калорийностью, стабильностью в условиях желудочной среды и может быть рекомендован в качестве

функционального продукта для профилактики метаболических нарушений (ожирения, сахарного диабета 2-го типа).

Библиографический список

1. Луцик М. В., Макеева А. В., Болотских В. И., Воронцова В. И. Оценка рисков развития метаболического синдрома среди студентов медицинского ВУЗа // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28, № 1. – С. 45–49.
2. Моргунова Г. В., Шиловский Г. А., Хохлов А. Н. Влияние ограничения питания на старение: исправление проблем с «сенсорами питания» у постмитотических клеток? // Биохимия. – 2021. – Т. 86, № 10. – С. 1531–1549.
3. Никитина Е. А., Орлова С. В., Батышева Т. Т. и др. Стресс и метаболизм: роль отдельных микронутриентов в коррекции нарушений // Медицинский алфавит. – 2024. – № 16. – С. 31–38.
4. Сергеев В. Н., Мусаева О. М. Влияние продуктов функционального питания на течение стеатогепатоза // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2021. – Т. 98, № 3-2. – С. 173.
5. Струганов С. М., Якушев Э. В., Филимонов Д. Г., Малыхин А. В. Значение сбалансированного и рационального питания на повышение функциональных возможностей организма и сохранение здоровья студенческой молодежи // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2021. – № 1 (191). – С. 341–347.
6. Фоменко С. Е., Кушнерова Н. Ф., Спрыгин В. Г. Метаболические изменения в организме студентов под действием учебной нагрузки, профилактика нарушений // Физиология человека. – 2021. – Т. 47, № 6. – С. 56–64.
7. Янгурчина А. Г., Янгурчина Ю. Г. Метаболические и газовые нарушения в организме // Моя профессиональная карьера. – 2020. – Т. 2, № 19. – С. 46–49.

Е. В. Якорнова, И. С. Телегин

Техникум индустрии питания и услуг «Кулинар», г. Екатеринбург

Функциональные мясные изделия, обогащенные пюре из корня лопуха большого

Аннотация. Представлены результаты разработки рецептур и технологии производства функциональных мясных рубленых полуфабрикатов (тефтелей и биточков), обогащенных пюре из корня лопуха большого (*Arctium lappa*), выращенного в условиях Уральского региона. Обоснован выбор корня лопуха как источника функциональных ингредиентов – полисахарида инулина (до 45 %), эфирного масла, органических кислот, фитостеринов и других биологически активных веществ. Исследовано влияние различной дозировки пюре корня лопуха (10–40 % к массе мясного сырья) на органолептические показатели готовых изделий, проведена дегустационная оценка. Установлено, что оптимальной дозировкой для тефтелей из филе цыпленка-бройлера и биточков из мякоти цыпленка-бройлера является 20%, а для биточков из смеси свинины и говядины – 25 % от массы мясного сырья. Разработанные изделия обладают сбалансированным вкусом с легкой горчинкой, сохраняют мясные ноты и могут быть рекомендованы для расширения ассортимента функциональных продуктов питания, способствующих повышению иммунитета и нормализации работы желудочно-кишечного тракта.

Ключевые слова: функциональный продукт; мясное изделие; пищевая добавка; корень лопуха.

Одной из ключевых причин ухудшения здоровья населения Российской Федерации является несбалансированность рациона питания, проявляющаяся в дефиците полноценных белков, пищевых волокон, витаминов, а также эссенциальных макро- и микроэлементов – кальция, йода, железа, фтора, селена. Неоптимальное соотношение основных нутриентов в структуре питания усугубляет негативные тенденции, связанные с ростом алиментарно-зависимых заболеваний [4; 5].

В этой связи расширение ассортимента пищевой продукции требует вовлечения в производство широкого спектра высококачественного растительного сырья, обладающего выраженными потребительскими свойствами. Особый интерес представляют дикорастущие травянистые растения, которые являются ценным источником функциональных ингредиентов, в частности пищевых волокон, а также биологически активных соединений¹. Однако, несмотря на значительный потенциал, многие виды региональных дикорастущих растений остаются

¹ Корень лопуха – отличное средство для лечения многих заболеваний // Мюсли. – URL: mjusli.ru/krasota_i_zdorove/lechimsya-sami/koren-lopuxa (дата обращения: 01.02.2026). См. также: [1].

недостаточно изученными с точки зрения их технологических и функциональных характеристик.

В связи с изложенным, актуальным направлением научных исследований является углубленное изучение свойств дикорастущих растений, произрастающих на территории Уральского региона, в том числе лопуха большого (*Arctium lappa*). Данное растение обладает богатым биохимическим составом, включающим инулин, органические кислоты, фитостерины и другие биологически активные вещества, что определяет его перспективность в качестве функционального ингредиента при разработке обогащенных продуктов питания.

Целью настоящего исследования являлось разработка рецептуры и технологии функциональных продуктов с добавлением пюре корня лопуха, а именно рубленых полуфабрикатов из мяса.

В рамках экспериментальной части работы проведена оптимизация рецептурного состава мясных рубленых полуфабрикатов за счет введения замороженного пюре корня лопуха большого (*Arctium lappa*), выращенного в Уральском регионе и собранного в возрасте от одного до двух лет. Выбор данного ингредиента обусловлен его биохимическим составом: корни содержат до 45 % полисахарида инулина, эфирные масла, пальмитиновую и стеариновую кислоты, а также фитостерины – ситостерин и стигмастерин [2].

Разработанная технология приготовления мясных рубленых изделий включала следующие этапы: подготовка мясного сырья и получение фарша; приготовление вспомогательных компонентов (для тефтелей из филе цыпленка-бройлера и биточков из мякоти цыпленка-бройлера использовали репчатый лук, пассерованный на сливочном масле; для биточков из смеси свинины и говядины – мелкорубленый свежий репчатый лук); смешивание всех компонентов до однородной массы; формование полуфабрикатов (тефтели – по 2 шарика на порцию, биточки – приплюснутой формы); панирование (для биточков из свиного мясного фарша применяли красную сухарную панировку).

Тепловая обработка осуществлялась в соответствии с видом изделия: тефтели готовили в пароконвектомате в режиме «пар» при температуре 100 °С в течение 30 мин; биточки сначала обжаривали на сковороде с растительным маслом с двух сторон до образования румяной корочки, затем доводили до готовности в пароконвектомате в режиме «жар» при температуре 180 °С в течение 20 мин.

В процессе отработки рецептурного состава были разработаны три варианта опытных образцов, отличающихся процентным содержанием пюре корня лопуха по отношению к массе мясного сырья (или мясной смеси) (см. таблицу).

Рецептуры опытных образцов биточков, г

Наименование сырья	Образцы		
	№ 1 (10 %)	№ 2 (20 %)	№ 3 (30 %)
Тефтели из филе цыпленка-бройлера			
Фарш из филе цыпленка-бройлера без кожи	87	79	79
Пюре корня лопуха большого	9	16	20
Сливки 10 %	30	24	20
Соль поваренная пищевая	2	2	2
Лук репчатый пассерованный	13	12	12
<i>Выход рубленой массы</i>	<i>130</i>	<i>130</i>	<i>130</i>
Масло подсолнечное	5	5	5
<i>Выход готовых тефтелей</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
Биточки из мякоти цыпленка-бройлера			
Фарш из мяса цыпленка-бройлера	71	69	67
Пюре корня лопуха большого	7	14	20
Вода питьевая	21	17	13
Соль поваренная пищевая	1	1	1
Лук репчатый пассерованный	11	10	10
Перец черный молотый	0,1	0,1	0,1
<i>Выход рубленой массы</i>	<i>110</i>	<i>110</i>	<i>110</i>
Масло подсолнечное	5	5	5
<i>Выход готовых биточков</i>	<i>75</i>	<i>75</i>	<i>75</i>
Биточки из свинины и говядины			
Фарш из говядины	33	31	28
Фарш из свинины	33	31	28
Пюре корня лопуха большого	10	15	23
Вода питьевая	20	19	17
Соль поваренная пищевая	2	2	2
Лук репчатый	10	9	9
Перец черный молотый	0,1	0,1	0,1
<i>Выход рубленой массы</i>	<i>105</i>	<i>105</i>	<i>105</i>
Сухари панировочные	7	7	7
Масло подсолнечное	5	5	5
<i>Выход готовых биточков</i>	<i>90</i>	<i>90</i>	<i>90</i>

Образцы № 1 имеют легкий привкус свежей зелени с легкой горчинкой, образцы № 2 имеют выраженный травянистый вкус и аромат, выраженную горчинку, а образцы биточков № 3 из свинины и говядины имеют яркий, выраженный травянистый вкус и яркую горчинку, подчеркивающую мясной вкус. При этом вкус мясного компонента у перечисленных образцов сохранен. Вкус лопуха не перебивает вкус мясного компонента и не портит вкус изделия в целом ни в одном из образцов. Введение в состав мясных рубленых полуфабрикатов пюре корня лопуха большого обеспечивает их функциональную значимость. Биоактивные компоненты растительного сырья (инулин, органические кислоты, фитостерины) проявляют антиоксидантные, иммуностимулирующие и пребиотические свойства, что позволяет рекомендовать

разработанные изделия для включения в рационы питания с целью профилактики алиментарно-зависимых заболеваний и улучшения функционального состояния организма [2; 3].

Рецептуры образцов под № 3 тефтелей из филе цыпленка-бройлера и биточков из мякоти цыпленка-бройлера не рекомендуется для использования, так как изделия имеют очень горький вкус и запах сырости. Вкус мясного компонента не ощущается.

На этапе экспериментальной отработки были разработаны три группы рецептов рубленых полуфабрикатов из мяса птицы и из свинины и говядины. В качестве обогащающего компонента использовали пюре корня лопуха большого в замороженном виде, которое вносили в количестве 10–40 % от массы основного сырья с шагом 10 %. Для каждого вида изделий подобраны оптимальные режимы термической обработки: тефтели подвергали варке на пару в пароконвектомате (100 °С, 30 мин); биточки сначала обжаривали на растительном масле до румяной корочки с обеих сторон, затем доводили до кулинарной готовности в пароконвектомате при температуре 180 °С в течение 20 мин.

По результатам органолептической и дегустационной оценки установлено:

- для тефтелей из филе цыпленка-бройлера и биточков из мякоти цыпленка-бройлера оптимальной является дозировка 20 % (образец № 2), обеспечивающая легкий травянистый вкус и аромат с выраженной горчинкой, подчеркивающей мясной вкус без его перебивания;
- для биточков из смеси свинины и говядины оптимальной является дозировка 25 % (образец № 2), при которой достигается яркий, выраженный травянистый вкус и горчинка, гармонично сочетающиеся с мясным компонентом;
- дозировка 30–40 % (образец № 3) для всех видов изделий признана нерекомендуемой, так как готовые изделия приобретают чрезмерно горький вкус и запах сырости, мясной компонент не ощущается.

Установлено, что введение пюре корня лопуха в количестве 20–25 % от массы мясного сырья позволяет получить функциональные мясные изделия, обладающие следующими преимуществами: обогащение пищевыми волокнами (инулин), что способствует нормализации работы желудочно-кишечного тракта и обладает пребиотическим эффектом; повышение биологической ценности за счет введения фитостероидов, органических кислот и эфирных масел; улучшение органолептических характеристик – легкая горчинка подчеркивает вкус мяса, придавая продукту оригинальные вкусо-ароматические ноты.

Библиографический список

1. Бикбулатов П. С., Чугунова О. В. Использование растительных белков в расширении ассортимента продуктов «здорового» питания // Региональные рынки потребительских товаров: качество, экологичность, ответственность бизнеса: материалы V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Красноярск, 5–7 декабря 2024 г.). – Красноярск: Буква С, 2025. – С. 242–246.
2. Королев А. П., Феофилактова О. В. Практические аспекты применения порошка из корня лопуха в технологии мясорастительных пашетов с пребиотическими свойствами // Вестник биотехнологии. – 2023. – № 4 (37). – Арт. 6.
3. Масалова Н. В., Левочкина Л. В., Чеснокова Н. Ю. Влияние добавления пюре из корня лопуха большого на показатели качества десертов // Пищевая промышленность. – 2015. – № 5. – С. 30–33.
4. Рожнов Е. Д., Школьников М. Н. Приоритетные тренды пищевых технологий в свете цифровизации производства и концепции устойчивого развития // Индустрия питания. – 2025. – Т. 10, № 1. – С. 87–98.
5. Современные технологические процессы пищевых производств: монография / В. Н. Андреев, И. А. Бакин, Д. М. Бородулин и др. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2025. – 130 с.

Н. В. Ярцева, М. Е. Резников

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань

Разработка рецептур блюд специализированного питания с пребиотиком для лиц пожилого и преклонного возраста

Аннотация. Представлено научное обоснование и практическая разработка рецептур специализированных блюд геродиетической направленности с включением пребиотического компонента на основе регионального сырья Астраханской области. Установлен низкий уровень информированности пожилых жителей Астраханской области о геродиетическом питании. Обоснован выбор основного (карп, щука) и овощного сырья (морковь, тыква, шпинат). Определено оптимальное соотношение животного и растительного белка 55:45. Разработаны технологические схемы получения рыборастительного фарша с введением лактулозы (не менее 10 г на порцию). Созданы технико-технологические карты на блюда «Рыбные каштаны» и «Рыбные шарики». Получены образцы с высокими органолептическими характеристиками.

Ключевые слова: сбалансированный продукт; геродиетическое питание; рыборастительный продукт; региональное сырье.

Обеспечение населения качественными продуктами питания представляет собой одну из приоритетных социальных задач. Снижение физической активности, уменьшение энерготрат организма, дефицит витаминов и минеральных соединений в рационе, а также практика раздельного употребления пищи и биологически активных добавок – все

эти факторы обусловили необходимость разработки специализированных продуктов питания [2].

В глобальном масштабе фиксируется устойчивая тенденция демографического старения. Согласно прогнозам Организации экономического сотрудничества и развития, к середине XXI века каждый шестой работник в мире будет старше 65 лет. По оценкам ООН, к 2050 г. численность лиц старше 65 лет достигнет 2,47 млрд чел., что превысит четверть населения планеты. В Российской Федерации, по данным Министерства труда, в 2024 г. доля граждан старше 55 лет впервые в современной истории достигла 30 %.

Несмотря на выраженные демографические сдвиги, российский рынок геродиетической продукции находится на начальном этапе становления. Основной ассортимент представлен кисломолочными напитками, мясорастительными консервами, хлебобулочными и крупяными изделиями с обогащающими добавками, а также кондитерскими продуктами на натуральных сахарозаменителях.

Создание и коммерциализация новых технологий геродиетических продуктов всегда сопряжены с финансовыми рисками и организационными сложностями. Инновационный процесс требует значительных капиталовложений для обновления производственных мощностей, внедрения усовершенствованных методов переработки сырья [1]. Ключевое условие успеха – разработка продуктов, которые не только обладают функциональными свойствами и удовлетворяют потребности стареющего организма, но и остаются экономически доступными для населения и рентабельными для производителей.

Комплексный анализ данных социологического опроса показал, что жители Астраханской области в возрасте старше 60 слабо ориентируются в вопросах специализированного питания для своей возрастной категории. При обилии информации в СМИ и интернет-пространстве, наличии государственных программ поддержки и просветительских мероприятий, конечный потребитель получает эти сведения в недостаточном объеме.

Результаты опроса свидетельствуют:

- имеют представление о геродиетических продуктах – 27,7 % респондентов;
- осведомлены об их полезных свойствах – 57,4 %;
- никогда не задумывались о приобретении таких товаров – 63,8 %.

Таким образом, выявлена потенциальная ниша потребительского спроса для разработки и вывода на рынок продуктов геродиетического назначения. Систематическая информационно-просветительская работа способна продлить период активного долголетия пожилых людей через формирование рационального пищевого поведения.

В качестве источников животного белка выбраны карп (*Cyprinus carpio*) и щука (*Esox lucius*). Их белковая фракция (16–18 %) характеризуется сбалансированным аминокислотным профилем, включающим практически все незаменимые аминокислоты. Жировая составляющая (1–20 %) легко усваивается благодаря преобладанию ненасыщенных жирных кислот, в том числе незаменимых, что определяет высокую пищевую ценность данного сырья.

В соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ и МР 2.3.1.0253-21 в рецептуры включены региональные овощи: морковь, тыква, а также шпинат. Растительные компоненты обеспечивают организм комплексом нутриентов, поступление которых затруднительно при употреблении только животной пищи.

Разработанная технологическая схема предусматривает комплексную переработку рыбного и растительного сырья. Основной полуфабрикат – пищевой рыбный фарш. Замораживание готовой продукции осуществляется в шоковых морозильных камерах, что позволяет максимально сохранить исходные свойства.

На этапе смешивания компонентов в фарш вводится сухой порошок пребиотика (лактолоза) в количестве не менее 10 г на порцию в соответствии с ГОСТ Р 55577. Соотношение животного и растительного белка рекомендовано как 55:45. Данное соотношение выбрано с учетом сохраняющейся научной проблемы получения полноценного комбинированного белка [3; 4; 5].

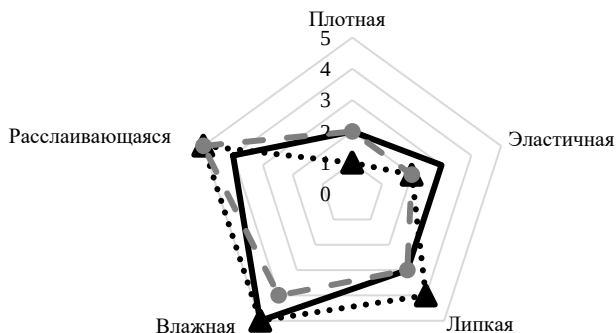
Подбор ингредиентов осуществлялся на основе физиологических потребностей лиц возрастных групп 65–74 года и 75 лет и старше, занятых легким и преимущественно умственным трудом, с учетом норм ФАО/ВОЗ и МР 2.3.1.0253-21. Расчеты выполнялись поэтапно с применением пакета *MS Excel* с использованием функции Харрингтона и метода Ньютона.

По результатам моделирования разработаны технико-технологические карты на фирменные блюда «Рыбные каштаны» и «Рыбные шарики».

Дегустация проводилась по методике согласно ГОСТ 31986-2012 и рекомендаций [6]. Результаты представлены на рисунке. Полные органолептические характеристики разработанной рыборастворительной продукции приведены в табл. 1 и 2.



а



б

— Контроль ...▲... Рыбные каштаны -●- Рыбные шарики

Профили внешнего вида (а) и консистенции (б) разработанной продукции

Т а б л и ц а 1

Органолептические показатели блюда «Рыбные каштаны»

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Округлая форма, панировка не отстает, шарик не разрушается
Цвет	От светлого до золотистого
Консистенция	Плотная, не мажущаяся
Запах и вкус	Свойственные жареным продуктам с пряным ароматом, умеренно соленые, без посторонних оттенков

Таблица 2

Органолептические показатели блюда «Рыбные шарики»

Показатель	Характеристика
Внешний вид	Округлой формы, панировка не отстает от шарика, шарик не разваливается
Цвет	От светлого до золотистого
Консистенция	Плотная, не мажущаяся
Запах и вкус	Запеченных рыбных продуктов с овощными и пряными нотками, в меру соленые, без дефектов

На основании проведенных дегустационных исследований было выявлено, что продукция имела привлекательный внешний вид, оригинальный аромат и вкус, нежную консистенцию.

Далее определяли пищевую ценность разработанных фирменных блюд (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав кулинарных изделий по разработанным рецептурам

Показатели качества	Рыбные каштаны	Рыбные шарики
Массовая доля влаги, %	70,7±3,5	74,3±3,6
Белки, %	11,8±1,8	10,3±1,5
Жиры, %	4,1±1,0	7,4±1,1
Зольность, %	1,5±0,3	1,2±0,1
Углеводы, %	11,9±1,8	6,8±1,0
Энергетическая ценность, ккал	132,5	136,5

Как видно из табл. 3, энергетическая ценность готовых кулинарных изделий снижается за счет потерь с влагой белков и жиров, но потери минеральных веществ (зольность), как при жарке, так и при запекании незначительны. С внесением овощных и крупяных компонентов в рецептуры происходит снижение общего количества аминокислот, что способствует уменьшению неусвояемой части белка. Замена части рыбного сырья овощами и крупами приводит к некоторому снижению общей суммы аминокислот, но вместе с тем способствует сохранению их сбалансированности, что должно определенным образом сказаться на степени усвояемости белков, которую можно определить химическими и биологическими методами.

Разработаны научно обоснованные рецептуры двух героидиетических блюд («Рыбные каштаны» и «Рыбные шарики») на основе карпа, щуки и регионального овощного сырья с добавлением пребиотика лактулозы. Установлено оптимальное соотношение животного и расти-

тельного белка 55:45. Продукция характеризуется высокими органолептическими показателями, сбалансированным химическим составом (белки 10,3–11,8 %, жиры 4,1–7,4 %, энергетическая ценность 132,5–136,5 ккал) и может быть рекомендована для специализированного питания лиц пожилого и преклонного возраста.

Библиографический список

1. *Алексанян А. И.* Совершенствование процессов получения замороженных рыбных фаршевых гранулированных смесей: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Артем Игоревич Алексанян. – СПб., 2018. – 215 с.
2. *Гращенков 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.
3. *Долгова В. А., Храмова В. Н., Чмулев И. С.* Эффективность введения лактулозосодержащих БАД в рецептуры изделий колбасных вареных // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 3. – С. 53–54.
4. *Иринина О. И.* Разработка технологии и ассортимента кулинарной продукции с функциональными свойствами на основе рыбного фарша: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Ольга Ивановна Иринина. – СПб., 2011. – 16 с.
5. *Разумовская Р. Г., Цибизова М. Е.* Биотехнологические процессы в создании продуктов различного происхождения из водного сырья: монография. – Астрахань: АГТУ, 2008. – 132 с.
6. *Сафронова Т. М.* Справочник дегустатора рыбной продукции. – М.: ВНИРО, 1998. – 244 с.

Секция 2. Биоэкономика замкнутого цикла: переработка отходов, новые технологии переработки сырья и производства пищевых продуктов

П. С. Бикбулатов

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Биотехнологические подходы к получению белковых концентратов из вторичного растительного сырья

Аннотация. Рассмотрены перспективы использования ферментных препаратов для получения белковых концентратов из вторичного растительного сырья. Показана эффективность применения мультиэнзимных композиций для деструкции балластных полисахаридов при получении белкового концентрата из шрота подсолнечника. Обоснована целесообразность разработанной технологии с позиции повышения выхода целевого продукта и улучшения его качественных характеристик.

Ключевые слова: растительные белки; вторичное сырье; ферментные препараты; гидролиз; белковый концентрат; шрот подсолнечника.

Современный этап развития индустрии питания характеризуется возрастающим интересом к проблеме эффективного использования растительных ресурсов [6]. Одним из приоритетных направлений является получение высококачественных белковых препаратов из вторичного сырья, образующегося при переработке сельскохозяйственных культур. К числу таких источников относятся шроты, жмыхи, отходы крупяного и мукомольного производства, а также побочные продукты переработки бобовых и масличных культур [4].

Использование подсолнечного шрота в пищевых целях ограничено наличием антипитательных факторов: хлорогеновой кислоты (4–5 %), фитиновой кислоты (до 4 %), ингибиторов трипсина, а также высоким содержанием клетчатки (целлюлозы и гемицеллюлозы). Хлорогеновая кислота при окислении образует хиноны, которые связываются с аминокислотами (лизинам, цистеином, триптофаном), снижая пищевую ценность белка и придавая продукту нежелательную зеленоватую окраску [5].

Традиционные методы получения белковых концентратов включают экстракцию белков с последующим осаждением в изoeлектрической точке, применение органических растворителей и тепловую коагуляцию.

Указанные способы характеризуются рядом недостатков: сложным технологическим процессом, высокой энергоемкостью, использованием агрессивных сред и образованием трудноутилизируемых отходов [5].

Более перспективным представляется использование биотехнологических методов, основанных на применении ферментных препаратов [1]. Ферментативная обработка позволяет в мягких условиях и с высокой скоростью осуществлять гидролиз балластных биополимеров, обеспечивая эффективное выделение и очистку белков при максимальном сохранении их функциональных свойств [3].

Анализ имеющихся технологических решений показал, что при использовании препарата Целлолюкс, *Distizyme*, *Viscozyme*, *Ultraflo* в концентрации 4 % достигается увеличение содержания сырого протеина до 58,14 %, что на 14 % выше, чем в исходном образце [2]. Это обусловлено разрушением клеточных стенок и высвобождением связанных белков.

Сравнительное изучение протеолитических ферментов линейки *Protex* (40E, 6L, 51FP, 7L) показало, что наиболее эффективным является *Protex 40E*, при концентрации 0,4 % степень извлечения белка достигает 64 % [4]. Полученный гидролизат концентрируют ультрафильтрацией и подвергают распылительной сушке, получая продукт с содержанием белка 85 % и долей незаменимых аминокислот более 41 %.

Целью работы являлась разработка технологии получения белкового концентрата из вторичного сырья подсолнечного шрота с использованием ферментных препаратов амилолитического действия.

В качестве объектов исследования использовали шрот подсолнечника, в состав которого входит значительное количество балластных углеводов (крахмала, клетчатки). Для гидролиза крахмала применяли ферментные препараты: амилосубтилин ГЗх (источник α -амилазы) и глюкаваморин ГЗх (источник глюкоамилазы). Выбор данных ферментов обусловлен их способностью последовательно расщеплять крахмал до декстринов и далее до глюкозы.

Процесс гидролиза осуществляли в водной суспензии муки (дополнительно измельченный шрот) при гидромодуле 1:4. Экспериментально установлено, что оптимальными параметрами процесса являются: температура 55 °С (соответствует температурному оптимуму действия используемых ферментов), pH 6,0, продолжительность гидролиза 5 ч, дозировка ферментной композиции 10 ед. активности на 1 г сырья. В результате гидролитической обработки достигалась деструкция крахмала на 44,9 %, при этом накопление суммарных продуктов гидролиза составляло 15,4 % от массы сухих веществ.

Технологическая схема получения белкового концентрата включала следующие стадии: измельчение подсолнечного шрота до размера частиц не более 100 мкм; приготовление водной суспензии муки;

внесение ферментной композиции (амилосубтилины и глюкаваморина); гидролиз при 55 °С в течение 5 ч при перемешивании; центрифугирование гидролизата; осаждение белка из центрифугата в изoeлектрической точке (рН 3,0–3,2) раствором уксусной кислоты с массовой долей 35 %; повторное центрифугирование; трехкратная промывка белковой пасты водой; вакуумная сушка при температуре 50 °С и давлении 150–200 Па.

Сравнительная оценка разработанной технологии с традиционным способом получения соевого белкового концентрата показала ее преимущества. Выход целевого продукта увеличился с 70,5 до 86,6 % по отношению к исходному содержанию белка. Массовая доля белка в полученном концентрате достигла 80,5 %, что превышает аналогичный показатель для традиционного соевого концентрата (70,0 %). Важно отметить, что разработанная технология исключает применение органических растворителей, что повышает безопасность получаемого продукта и снижает нагрузку на окружающую среду.

Исследование химического состава побочных продуктов (центрифугатов) показало, что они содержат усвояемые формы углеводов, преимущественно глюкозу и мальтозу. Отсутствие нежелательных примесей и хорошие органолептические характеристики позволяют рекомендовать данные продукты для использования в производстве кормов, глюкозных сиропов и обогащающих добавок. Таким образом, разработанная технология обеспечивает возможность организации замкнутого технологического цикла с полной утилизацией побочных продуктов.

Полученные белковые концентраты характеризуются хорошей совместимостью с различными пищевыми системами, способностью улучшать функционально-технологические свойства продуктов, сбалансированным аминокислотным составом и положительным влиянием на качественные характеристики готовых изделий.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы. Применение ферментных препаратов амилалитического действия (амилосубтилина и глюкаваморина) обеспечивает эффективную деструкцию крахмала при переработке подсолнечного шрота, что создает условия для последующего выделения белковых компонентов.

Разработанная технология получения белкового концентрата из чечевицы характеризуется повышенным выходом целевого продукта (86,6 %) и высоким содержанием белка (80,5 %). Предложенный подход исключает использование органических растворителей и позволяет организовать безотходное производство с полной утилизацией побочных продуктов. Полученные белковые концентраты обладают высокими функциональными свойствами и могут быть рекомендованы для использования в пищевых технологиях.

Библиографический список

1. Баурин Д. В., Кареткин Б. А., Шакир И. В. и др. Использование протеолитических ферментов для увеличения степени извлечения белковых соединений шрота подсолнечника // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2014. – № 10. – С. 16–20.
2. Десятьев И. А., Фоменко И. А., Мижева А. А. и др. Белковые препараты из отходов переработки рапса: обзор современного состояния и перспектив развития существующих технологий // Пищевые системы. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 159–170.
3. Крылова И. В., Федоров А. В. Ферментативная экстракция белка из продуктов переработки подсолнечника // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». – 2025. – № 1 (63). – С. 24–33.
4. Мартымянова Л. Е., Антипова Л. В. Применение ферментных препаратов в получении растительных белков // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2013. – № 1 (55). – С. 104–108.
5. Рождественская Л. Н., Чугунова О. В. Разработка технических решений по снижению антипитательных веществ бобового сырья // Индустрия питания. – 2025. – Т. 10, № 2. – С. 33–45.
6. Чугунова О. В., Бикбулатов П. С., Девяткин Д. И. и др. Ресурсный потенциал сортов гороха Свердловской области для получения белковых гидролизатов // Индустрия питания. – 2025. – Т. 10, № 3. – С. 53–61.

Д. И. Девяткин, О. В. Чугунова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Использование гидролизата растительного белка в технологии фаршевых систем

Аннотация. Замещение определенной части сырья животного происхождения растительными белковыми ингредиентами позволяет улучшить технологические свойства мясных полуфабрикатов и снизить себестоимость готовой продукции. Цель работы – установление оптимальных технологических параметров гидролиза белка шрота амаранта для его последующего использования в рецептуре фаршевых систем. Проанализировано влияние различных протеолитических ферментов и продолжительности гидролиза на эмульгирующие свойства белка шрота амаранта, оценено влияние модифицированного белка на показатели водоудерживающих свойств и пластичности мясных полуфабрикатов.

Ключевые слова: шрот амаранта; гидролизат белка; фаршевые системы; эмульгирующие свойства; водоудерживающие свойства; пластичность фарша.

Значимая роль в производстве мясных полуфабрикатов отводится эмульсиям, приготовленным с использованием гидратированного белка растительного происхождения и добавляемым в состав изделий взамен

определенного количества животного сырья [7], с целью снижения себестоимости конечного продукта [2].

Ключевой особенностью в организации данной технологии является поиск способов улучшения технологических свойств растительных белковых ингредиентов, в частности их способности к созданию стойких пищевых эмульсий и удерживанию свободной влаги [4].

Проведение модификации белка путем направленного гидролиза с использованием ферментов протеолитического действия позволит получить ингредиенты, обладающие высокими поверхностно-активными свойствами [8] и потенциально способные улучшить структурно-механические и физико-химические показатели фаршевых систем [7].

Преимуществом вторичных растительных ресурсов, применяемых в качестве сырьевых источников белковых веществ, помимо прочего, является решение проблемы мирового дефицита пищевого белка [3] и рециклинга отходов пищевых производств [6].

Цель настоящего исследования заключается в установлении оптимальных технологических параметров гидролиза белка шрота амаранта для его последующего использования в рецептуре фаршевых систем.

Концентрат белка шрота амаранта, полученный путем кислотно-щелочной экстракции, был подвергнут гидролизу с использованием ферментов протеолитического действия пепсина, трипсина, химотрипсина и папаина, определена оптимальная продолжительность процесса модификации с целью улучшения эмульгирующих свойств (ЭС) изготавливаемого пищевого ингредиента.

Для определения ЭС навеску гидролизата массой 3,5 г помещали в блендер, добавляли 50 мл воды и 50 мл подсолнечного масла, затем эмульгировали в течение 5 мин. Затем эмульсию центрифугировали в течение 5 мин при 2000 об/мин согласно ГОСТ 33692-2015 [5].

ЭС рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ЭС} = \frac{V_2}{V} \times 100 \%, \quad (1)$$

где V_2 – объем эмульгированного слоя, мл; V – общий объем масла, мл.

Для проведения оценки целесообразности внесения в состав фаршевых систем эмульсий, приготовленных на основе гидратированного гидролизата белка шрота амаранта, с целью улучшения структурно-механических и физико-химических свойств мясного полуфабриката, часть животного сырья из рецептуры, представленной в табл. 1, заменяли на эмульсию в количестве 3 % при соотношении компонентов белок:жир:вода, равном 1:5:5 [1].

Таблица 1

Рецептура фаршевых систем, г

Сырье	Норма расхода
Вспомогательное сырье и материалы	
Смесь нитритной и поваренной соли	2,00
Перец черный или белый молотые	0,05
Перец душистый	0,05
Вода питьевая	35,00
Сырье несоленое	
Свинина жилованная полужирная	38,0
Говядина жилованная 1-го сорта	13,0
Филе белого мяса кур (цыплят-бройлеров)	14,0
Эмульсия свиной шкурки	19,0
Шпик боковой	6,0
Грибной порошок	4,0
Яйца куриные	3,0
Ламинария (порошок гидратированный)	3,0
<i>Итого</i>	<i>100,0</i>

Приготовленный двумя способами фарш исследовали на показатели водоудерживающей способности, пластичности и предельного напряжения сдвига (ПНС).

По результатам исследования эмульгирующей способности образцов гидрализатов (рис. 1) установлено, что использование пепсина при субстрат-ферментном соотношении 1:200 максимально способствует увеличению ЭС до значения $38,43 \pm 0,18$ % за минимальное количество времени (рис. 2), равное 100 мин.

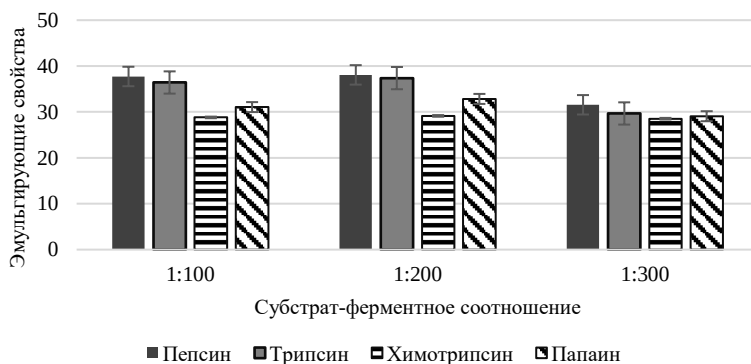


Рис. 1. Эмульгирующая способность гидролизованного белка шрота амаранта, %

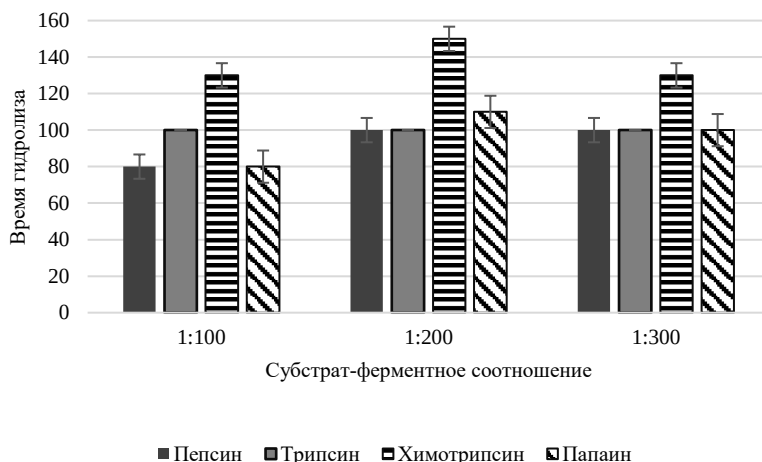


Рис. 2. Продолжительность гидролиза белка шрота амаранта, мин

Результаты определения технологических свойств фаршевых систем, изготовленных по стандартной рецептуре (№ 1) и при замене 3 % свинины, говядины и мяса кур (№ 2) на эмульсию на основе модифицированного белка, гидролизованного пепсином при заданных условиях, представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

**Физико-химические и структурно-механические
показатели фаршевых систем**

Показатель	Рецептура № 1	Рецептура № 2
ВСС, % к общей влаге	92,2±1,1	94,8±0,9
Пластичность, см ²	6,52±0,43	6,87±0,12
ПНС, Па	768,6±6,5	751,8±4,3

Таким образом, внесение в состав фаршевых систем растительных эмульсий, приготовленных с использованием гидролизата белка шрота амаранта с высокими показателями эмульгирующей способности, позволяет увеличить показатель пластичности фарша в среднем на 0,35 см² и уменьшить значение предельного напряжения сдвига на 16,8 Па, что положительно сказывается на проведении процесса механической обработки фаршевых систем. Благодаря повышенной ВСС фарша с добавлением растительной эмульсии возможно уменьшить потери влаги при термической обработке полуфабрикатов.

Библиографический список

1. Айрапетян А. А., Манжесов В. И., Глотова И. А. Анализ изменений функционально-технологических свойств мясорастительного фарша при добавлении дополнительной влаги // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 6-5 (120). – С. 35–42.
2. Брашко И. С., Донскова Л. А. Биотехнология мясных фаршей: определение качества и биологической ценности // Индустрия питания. – 2024. – Т. 9, № 2. – С. 85–91.
3. Девяткин Д. И. Чугунова О. В. Растительные белки: новые возможности в области устойчивого питания и их применение // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 22–23 апреля 2025 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ, 2025. – С. 70–75.
4. Зверев С. В., Карпов В. И., Никитина М. А. Оптимизация пищевых композиций по профилю идеального белка // Пищевые системы. – 2021. – Т. 4, № 1. – С. 4–11.
5. Зинина О. В., Меренкова С. П., Ребезов М. Б., Вишнякова Е. А. Исследование свойств белковых гидролизатов, полученных из желудков цыплят-бройлеров, как потенциального компонента биоактивных пленочных покрытий // Пищевые системы. – 2024. – Т. 7, № 1. – С. 44–51.
6. Костылева Е. В., Середа А. С., Великорецкая И. А. и др. Использование протеолитических ферментов для получения белковых гидролизатов пищевого назначения из вторичного сырья // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № 1 (545). – С. 116–132.
7. Магзумова Н. В., Малиновская Н. В., Келешян М. В. Изучение возможности применения горохового белка при производстве колбас вареной ассортиментной группы // Пищевая наука и технология. – 2013. – Т. 23, № 2. – С. 20–22.
8. Мещерякова О. Л., Василенко Л. И., Корнеева О. С. Ферментативная модификация изолята белка амаранта для улучшения функциональных свойств и использования в пищевых целях // Актуальная биотехнология. – 2023. – № 4. – С. 46–47.

Разработка технологии хлеба, обогащенного витамином D, микрокапсулированным в пектин-кальциевом геле

Аннотация. Представлена разработка технологии производства хлеба, обогащенного витамином D в натуральных микрокапсулах. Разработаны два варианта рецептуры с использованием различных источников витамина D: биологически активной добавки «Детримакс Бэби» и натурального масла печени трески. Установлено, что применение обогащающего модуля на основе яблочного пектина, яблочного пюре и цельнозерновой муки позволяет создать стабильные микрокапсулы, защищающие витамин D от термического воздействия при выпечке. Готовый продукт характеризуется высокими органолептическими показателями и содержанием витамина D 65 мкг на 100 г продукта.

Ключевые слова: хлеб; витамин D; микрокапсулирование; обогащение; функциональные продукты; яблочный пектин.

Получить необходимые для поддержания работоспособности всех систем организма человека незаменимые пищевые вещества можно только с пищей. Витамин D – один из ключевых жирорастворимых витаминов, участвующих в кальциево-фосфорном обмене, поддержании иммунитета и эндокринной функции. По данным эпидемиологических исследований, недостаточность витамина D наблюдается у 50–90 % населения России, что подтверждает актуальность проблемы и необходимость разработки эффективных мер профилактики [3].

Хлеб является продуктом массового потребления, который, согласно «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года», рассматривается как перспективный носитель для обогащения пищевыми ингредиентами. Однако традиционное внесение витаминов в хлебное тесто имеет существенный недостаток – термическую лабильность витаминов при выпечке, что приводит к их значительным потерям [2; 4].

Рациональным решением данной проблемы является иммобилизация витамина D на поверхности природного биополимера. Среди разрешенных к применению в пищевой промышленности полимеров особый интерес представляет пектин – полисахарид растительного происхождения, обладающий эмульгирующими, гелеобразующими и сорбционными свойствами, также являющийся источником растворимых пищевых волокон.

Цель работы – разработка технологии производства хлеба, обогащенного витамином D, микрокапсулированным в пектин-кальциевом геле, обеспечивающей сохранность витамина в процессе выпечки.

Для обеспечения стабильности витамина D при тепловой обработке разработан обогащающий модуль на основе яблочного пектина, способного при эмульгировании образовывать с молекулой холекальциферола прочные водородные связи, формируя микрокапсулы, защищающие витамин от термоокисления.

В состав модуля вошли:

- яблочный пектин – гелеобразователь и стабилизатор, обладающий способностью очищать организм от тяжелых металлов, снижать уровень глюкозы в крови и риск развития атеросклероза;
- яблочное пюре – источник антиоксидантов, витаминов (С, К, Е, группы В), калия и кальция, а также природных ионов кальция, необходимых для ионотропного гелеобразования пектина;
- цельнозерновая мука – источник растворимых и нерастворимых пищевых волокон, витаминов группы В, магния и селена, способствующих улучшению работы сердечно-сосудистой и нервной систем.

В качестве источников витамина D предложены два варианта:

- вариант 1 – БАД «Детримакс Бэби» (высокоочищенный холекальциферол, 65 мкг в капсуле);
- вариант 2 – натуральное масло печени трески (природный комплекс жирорастворимых витаминов).

Приготовление обогащающего модуля осуществляли следующим образом. Яблочный пектин растворяли в воде при температуре 40–50 °С при постоянном перемешивании. Добавляли яблочное пюре, сахар и цельнозерновую муку. Отдельно источник витамина D растворяли в подсолнечном масле при 40 °С. Обе смеси соединяли и эмульгировали при взбивании до получения гомогенной стойкой эмульсии кремового цвета. Полученный обогащающий модуль вводили в тесто непосредственно перед замесом.

Разработаны два варианта рецептуры хлеба на 100 г готового продукта (табл. 1 и 2).

Т а б л и ц а 1

Рецептура хлеба, обогащенного витамином D, г/100 г

Сырье	Вариант 1 (с БАД)	Вариант 2 (с маслом трески)
Мука пшеничная в/с	41,45	40,31
Мука цельнозерновая	19,45	18,91
Дрожжи хлебопекарные	0,61	0,60
Соль поваренная	1,02	1,00
Сахар-песок	1,23	1,18
Масло подсолнечное	1,55	1,49
Вода питьевая	28,45	27,67
Обогащающий модуль	6,24	8,84

Т а б л и ц а 2

Компонентный состав обогащающих модулей, г

Сырье	Вариант 1 (с БАД)	Вариант 2 (с маслом трески)
Вода питьевая	3,68	3,58
Масло подсолнечное рафинированное	0,51	0,50
Яблочное пюре	0,51	0,50
Яблочный пектин	0,31	0,30
Мука цельнозерновая	1,02	1,00
Источник витамина D	0,21 (БАД «Детримакс Бэби»)	2,76 (масло печени трески)
<i>Итого</i>	6,24	8,84

Определение содержания витамина D в тесте и готовом хлебе методом ВЭЖХ показало, что при прямой закладке витамина D (без иммобилизации) сохранность после выпечки составила $55,2 \pm 3,1$ %. При внесении витамина D в составе разработанного обогащающего модуля с иммобилизацией на пектине сохранность значительно возрастала: для варианта 1 (с БАД) – до 92,5 %, для варианта 2 (с маслом печени трески) – до $81,7 \pm 2,8$ %.

Защитный эффект обусловлен формированием гидрогелевой оболочки из пектин-кальциевого комплекса вокруг масляных капель с витамином D. Ионы кальция поступают из яблочного пюре и водопроводной воды. Механизм сшивания (ионотропное гелеобразование) включает взаимодействие карбоксильных групп пектина с ионами Ca^{2+} , что приводит к образованию трехмерной структуры («яичная коробка»), внутри которой оказывается заключено масляное ядро [1].

В предлагаемой технологии витамин D не образует химической связи с пектином. Защитный эффект достигается за счет формирования гидрогелевой оболочки из сшитого ионами кальция пектина вокруг масляной капли, содержащей витамин D (микрокапсулирование). Такой подход в научно-технической литературе близок к методам контролируемой доставки, но не может быть строго назван иммобилизацией на носителе; правильнее его относить к капсулированию или включению в гелевую матрицу.

Органолептическая оценка готовых образцов показала, что хлеб имеет гладкую поверхность без крупных трещин, интенсивную равномерную золотистую корку; мякиш – с равномерной пористостью, не липкий, не влажный; консистенция – плотная; вкус – гармоничный, без постороннего привкуса; аромат – интенсивный, свойственный

комплексу используемых ингредиентов. Результаты физико-химических показателей разработанного хлеба представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Физико-химические показатели обогащенного хлеба

Показатель	Требования ГОСТ Р 58233-2018	Фактическое значение
Массовая доля влаги, %	Не более 49,0	41,0
Кислотность мякиша, град.	Не более 7,0	2,9
Пористость мякиша, %	Не менее 60,0	70,0
Содержание витамина D, мкг/100 г	–	65,0

Благодаря использованию смеси муки пшеничной высшего сорта и цельнозерновой полученный хлеб обогащен пищевыми волокнами (клетчатка, гемицеллюлоза, лигнин). Яблочное пюре и яблочный пектин в составе обогащающего модуля обеспечивают дополнительное поступление антиоксидантов (витамин С, флавоноиды) и минеральных веществ (калий, кальций).

В ходе проведенных исследований, разработана технология производства хлеба, обогащенного композицией из витамина D в натуральных микрокапсулах на основе яблочного пектина. Показано, что иммобилизация витамина D позволяет достичь его сохранности в процессе выпечки на уровне 92,5 %.

Предложены два варианта рецептуры с использованием различных источников витамина D – биологически активной добавки «Детримакс Бэби» и натурального масла печени трески, что позволяет варьировать стоимость и потребительские свойства конечного продукта.

Установлено, что применение обогащающего модуля на основе яблочного пектина, яблочного пюре и цельнозерновой муки создает стабильную систему доставки витамина D, одновременно обогащая хлеб пищевыми волокнами и природными антиоксидантами.

Полученный хлеб соответствует требованиям ГОСТ Р 58233-2018 по органолептическим и физико-химическим показателям и содержит 65 мкг витамина D на 100 г продукта.

Библиографический список

1. Патент № 2839767. Способ производства хлеба, обогащенного витамином D в натуральных микрокапсулах (варианты) / Д. В. Дылдин; заявл. 18.11.2024; опубл. 12.05.2025.
2. *Современные технологические процессы пищевых производств: монография* / В. Н. Андреев, И. А. Бакин, Д. М. Бородулин и др. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2025. – 130 с.

3. Суплотова Л. А., Авдеева В. А., Пизарова Е. А. и др. Дефицит витамина D в России: первые результаты регистрового неинтервенционного исследования частоты дефицита и недостаточности витамина D в различных географических регионах страны // Проблемы эндокринологии. – 2021. – Т. 67, № 2. – С. 84–92.

4. Чугунова О. В., Заворохина Н. В. Перспективы создания пищевых продуктов с заданными свойствами, повышающих качество жизни населения // Известия УрГЭУ. – 2014. – № 5 (55). – С. 120–125.

И. А. Евдокимов, А. Д. Лодыгин, М. И. Шрамко

Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь

Биоэкономика замкнутого цикла переработки молочного сырья: симбиоз науки и практики¹

Аннотация. Представлены инновационные принципы трансформации молочного сырья в высокобелковые продукты в условиях перехода к новому технологическому укладу и формированию биоэкономики замкнутого цикла. Рассмотрено создание и внедрение высокотехнологичных производств белковых концентратов на основе мембранного фракционирования молочного сырья, связанного с образованием значительных объемов побочных продуктов – ультрафильтрационных пермеатов. Созданы научно-практические основы технологии сухого молочного пермеата.

Ключевые слова: биоэкономика; технология; ультрафильтрация; концентрат белков молока; лактоза; пермеат.

Биоэкономика включает в себя производство, использование, сохранение и восстановление биологических ресурсов, включая технологии и инновации, для перехода к устойчивой экономике. Самую большую нишу в биоэкономике занимают продовольственные системы, на которые в ЕС приходится 71 % добавленной стоимости, и биопродукты, на которые приходится около 28 %.

Важно учитывать социальные и экологические аспекты, что предусматривает концепция биоэкономики замкнутого цикла (*circular bioeconomy*). По мнению отечественных политологов и ученых основная задача биоэкономики состоит в обеспечении продовольственной безопасности страны. По сути, устойчивая биоэкономика замкнутого цикла – это инновационная система, которая обладает восстанавливающим эффектом и способствует, с одной стороны, развитию промышленности и экономики, а с другой – сохранению планеты Земля для будущих поколений. В рамках устойчивой биоэкономики замкнутого цикла

¹ Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда в рамках проекта № 25-26-00264.

применяются инновационные подходы и используются достижения современной биотехнологии для совершенствования технологий производства продовольствия, повышения качества питания, уровня жизни и улучшения состояния окружающей среды.

Одна из актуальных задач биоэкономики замкнутого цикла, на примере молочной отрасли, заключается в создании высокотехнологичных производств с минимизацией/исключением потерь по всей технологической цепочке. Что касается особенностей создания высокотехнологичных производств в молочной отрасли, то они связаны, в первую очередь, с применением инновационных мембранных технологий и с получением сухих белковых продуктов [1; 3].

Создание высокотехнологичного производства с получением высокомаржинальных инновационных молочных продуктов не всегда обеспечивает безотходность и замкнутый цикл переработки сырья. Например, при организации производства высокобелковых продуктов (свежих, мягких и творожных сыров, мягкого творога, молочно-белковых концентратов, концентратов мицеллярного казеина, концентратов сывороточных белков, изолятов сывороточных белков, в технологиях которых используются мембранные методы ультрафильтрации, микрофильтрации, нанофильтрации [1].

Получение высокобелковых продуктов сопровождается колоссальными объемами новых видов побочного сырья, – пермеатов мембранного разделения [3]. Рост объемов пермеатов молочного сырья за последние 5 лет в мире составил около 19 %. Пермеаты различного молочного сырья достаточно хорошо изучены [5], однако до недавнего времени их состав и свойства не были регламентированы нормативными документами и стандартами, что отрицательно сказывалось как на организации промышленной переработки, так и на реализации готовой продукции.

В табл. 1 представлены состав и свойства пермеатов молочного сырья, полученных при обработке обезжиренного молока и молочной сыворотки, регламентированных по зарубежным (3)¹ и отечественным требованиям (О)².

Сравнительный анализ показал высокую идентичность обоих стандартов на пермеаты молочного сырья, однако есть отличительные особенности. В российском стандарте внесена энергетическая ценность пермеатов: молочного сухого 338 ккал (1433 кДж) и сывороточного сухого 345 ккал (1445 кДж), а в зарубежном стандарте этот показатель отсутствует.

¹ CXS 331-2017. Стандарт на сухие пермеаты из молочного сырья.

² ГОСТ 35264-2025. Пермеаты из молочного сырья сухие.

Т а б л и ц а 1

Состав и свойства сухих пермеатов молочного сырья

Показатель	Молочный пермеат		Сывороточный пермеат	
	З	О	З	О
Массовая доля лактозы, %, не менее	76,0	76,0	76,0	76,0
Массовая доля азота, %, не более	0,8	н/р	1,1	н/р
Массовая доля общего белка, %, не более	н/р	5,0	н/р	6,9
Массовая доля молочного жира, %, не более	1,5	1,5	1,5	1,5
Массовая доля золы, %, не более	12,0	12,5	12,0	10,5
Массовая доля влаги, %, не более	5,0	5,0	5,0	5,0
Индекс растворимости, см ³ сырого осадка, не более	н/р	0,5	н/р	0,5

Примечание: массовая доля общего белка в пересчете массовой доли общего азота с коэффициентом 6,28.

В российском стандарте в качестве сырья предусмотрена подсырная, творожная и казеиновая сыворотки, а в зарубежном – творожная сыворотка исключена. Это имеет свою специфику, т.к. эта сыворотка характерна для славянских и стран постсоветского пространства. В зарубежном стандарте используются пермеаты, полученные после ультрафильтрации молочных сливок и сладкой пахты.

Анализ сухого натурального пермеата показал, что в его составе высокое содержание минеральных веществ (4,6 %), поэтому была проведена его деминерализация (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Сравнительный анализ состава
сухого пермеата натурального и деминерализованного, % ($p \leq 0,05$)**

Показатель	Сывороточный пермеат сухой	
	натуральный	деминерализованный
Массовая доля сухих веществ	97,02±0,50	98,32±0,50
Массовая доля общего белка	3,86±0,22	3,06±0,17
Массовая доля небелкового азота	3,26±0,18	2,46±0,15
Массовая доля лактозы	88,2±0,80	94,6±0,70
Массовая доля молочного жира	0,1±0,04	0,1±0,04
Массовая доля золы	4,60±0,05	0,53±0,05
Массовая доля влаги	2,96±0,16	1,89±0,18

Пермеат подсырной сыворотки был подвергнут обработке методом электродиализа при температуре (10–14) °С до уровня деминерализации 90 %. Технологические параметры последующих процессов сгущения, кристаллизации и распылительной сушки деминерализованного пермеата были аналогичны способу получения сухого натурального пермеата.

Высокие органолептические характеристики деминерализованных пермеатов молочного сырья (табл. 3) позволяют рекомендовать сферу их применения в качестве ингредиента пищевых продуктов.

Таблица 3

Органолептические характеристики сухих пермеатов молочного сырья

Показатель	Характеристика
Внешний вид, консистенция	Мелкодисперсный порошок. Допускается незначительное количество комочков, рассыпающихся при легком механическом воздействии
Вкус и запах	Вкус чистый, сладковатый. Допускается слегка солоноватый привкус. Для сывороточного пермеата, полученного из творожной сыворотки, допускается кисловатый привкус. Для молочного пермеата запах молочный, для сывороточного пермеата запах сывороточный, без посторонних запахов
Цвет	Белый со светло-кремовым или желтоватым оттенком, равномерный по всей массе. Для сывороточного пермеата, полученного из творожной сыворотки, допускается желтовато-зеленоватый оттенок

Сухой деминерализованный пермеат может быть рекомендован в качестве альтернативного ингредиента для замены дорогостоящей лактозы при производстве хлебобулочных изделий, мороженого, молочных консервов, кондитерских изделий, напитков, в супах и соусах для придания текстуры.

С точки зрения замкнутого цикла переработки перспективной является технология молочного кальция, натуральной минеральной добавки, характеризующейся формой и свойствами, заложенными самой природой. Натуральная минеральная добавка вырабатывается из мелассы, образующейся при кристаллизации лактозы из концентрированного пермеата, обладает высокой биодоступностью и может выпускаться с различным соотношением кальция/лактозы: 50/50, 20 /80, 80/20 соответственно [4].

Таким образом, создание высокотехнологичных производств молочных белковых концентратов с точки зрения биоэкономики замкнутого цикла должно сопровождаться переработкой образующихся пермеатов молочного сырья.

Библиографический список

1. Володин Д. Н., Топалов В. К., Евдокимов И. А. и др. Комплексный подход к производству белковых ингредиентов на основе молочного сырья // Молочная промышленность. – 2022. – № 1. – С. 34–36.
2. Лазарев В. А. Разработка изотонического напитка, обогащенного изоллятом сывороточного белка и витаминным премиксом // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2024. – Т. 12, № 3. – С. 31–40.
3. Мельникова Е. И., Богданова Е. В., Павельева Д. А. Состав и функционально-технологические свойства пермеата подсырной сыворотки // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2022. – № 1. – С. 223–232.
4. Храмцов А. Г., Лодыгин А. Д., Диняков В. А., Кравцов В. А. Исследование возможности применения осадочной молочной мелассы в производстве мягких сыров // Сыроделие и маслоделие. – 2023. – № 2. – С. 40–42.
5. Kravtsov V. A., Kulikova I. K., Anisimov G. S. et al. Variety of dairy ultrafiltration permeates and their purification in lactose production // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 677, no. 3. – Art. 032001.

П. А. Кечин

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Разработка комплексной ферментативной технологии переработки кальмара командорского (*Berryteuthis magister*)

Аннотация. Белки мяса кальмара содержат все незаменимые аминокислоты, что обуславливает их высокую биологическую ценность. Однако традиционные методы очистки кальмара от кожи являются трудоемкими, энергозатратными и не решают проблему утилизации вторичного коллагенсодержащего сырья. Установлено, что применение ферментных препаратов позволяет одновременно осуществлять очистку тушки кальмара и получать ценный вторичный продукт – коллагенсодержащий гидролизат. Комбинирование ферментативного гидролиза и распылительной сушки обеспечивает получение порошкообразного белкового ингредиента с содержанием белка 60–75 %, сбалансированным аминокислотным составом и высокими функционально-технологическими характеристиками.

Ключевые слова: кальмар командорский; ферментативная технология; гидролиз; белковый гидролизат; коллаген; очистка кальмара.

Командорский кальмар (*Berryteuthis magister*) – вид головоногих моллюсков из отряда океанических кальмаров. В России ведется промысел двух классов головоногих моллюсков – кальмаров и осьминогов. Суммарный объем добычи кальмара составляет около 100 тыс. т. Командорский кальмар является традиционным и самым многочисленным

из всех видов головоногих моллюсков, употребляемых в пищу на территории Российской Федерации¹.

Белки мяса кальмара содержат все незаменимые аминокислоты, что определяет их высокую биологическую ценность. Однако традиционные методы обработки сырья для получения очищенного кальмара (без кожи) являются трудоемкими и требуют значительных энергетических затрат [1].

Существует две принципиально отличающиеся методики очистки кальмаров: очистка, происходящая при коагуляции белка, и очистка без коагуляции [3]. В рамках настоящей работы проведен анализ существующих способов и обоснована целесообразность применения ферментативной технологии, позволяющей не только очистить тушку, но и получить ценный вторичный продукт – коллагенсодержащий гидролизат.

Цель работы – разработка комплексной ферментативной технологии переработки кальмара командорского (*Berryteuthis magister*), обеспечивающей получение высококачественной очищенной тушки и белкового гидролизата из вторичного сырья.

Анализ существующих способов очистки кальмаров, показал, что все способы условно можно разделить на три группы:

1) способы, основанные на коагуляции белков. Способ заключается в том, что подготовленных моллюсков помещают в 5,0 % раствор поваренной соли и 0,5 % раствор лимонной кислоты, затем нагревают до 80 °С, выдерживают в течение некоторого времени и удаляют кожу механическим путем. Недостатком данных способов очистки является: высокая температура приводит к коагуляции белка и частичной потере нативных свойств; значительные трудозатраты на механическую очистку; отсутствие рационального использования вторичного сырья (кожи);

2) способы очистки без коагуляции белков. Обесшкуривание с помощью 4,0 % раствора полифосфатов без термообработки. Данный метод также требует значительных трудозатрат за счет необходимости последующей механической очистки и не решает проблему утилизации кожи кальмара;

3) ферментативный гидролиз как основа комплексной переработки. Ферментирование в пищевой промышленности – это метод использования гидролаз различного происхождения для образования пептидов и аминокислот из нативных белковых тканей. Применение

¹ Распоряжение Правительства РФ от 26.11.2019 № 2798-р «О Концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года».

разнообразных ферментов дает возможность корректировать фракционный состав получаемого белкового гидролизата, расщеплять липиды, изменять цвет и функциональные характеристики.

Рассмотрим преимущества ферментативного гидролиза при переработке кальмара:

- щадящий режим. Реакция протекает при атмосферном давлении, нейтральном уровне pH и температуре до 40 °С. Это позволяет избежать термической деградации, рацемизации аминокислот и других побочных реакций, снижающих качество продукта;
- сохранение нативного аминокислотного профиля – состав свободных аминокислот в конечном продукте полностью соответствует исходному белку;
- сохранение биологической ценности. Метод обеспечивает сохранность функционально значимых коротких пептидов;
- высокая чистота продукта. В процессе не образуются токсичные или балластные соединения, что исключает необходимость сложной последующей очистки;
- технологическая гибкость. Степень гидролиза и состав конечного продукта можно точно контролировать, варьируя параметры процесса, тип исходного сырья и используемый ферментный препарат.

Разработана и внедрена технологическая линия для очистки кальмара с помощью ферментных препаратов серии «Фиш Скин». Линия построена и промышленно используется на отраслевых рыбоперерабатывающих предприятиях.

Комбинирование ферментативного гидролиза и распылительной сушки позволяет получить порошкообразный белковый гидролизат из кожи кальмара с содержанием белка 60–75 %, влагоудерживающей способностью – 162 %, жирудерживающей способностью – 110,5 % и гелеобразующей способностью – 30,4 %.

Таким образом анализ существующих способов очистки кальмаров, показал, что традиционные физико-химические методы являются трудоемкими, энергозатратными и не обеспечивают рационального использования вторичного коллагенсодержащего сырья (кожи). Обоснована целесообразность применения ферментативного гидролиза как щадящего метода, позволяющего сохранить нативный аминокислотный профиль, биологическую ценность продукта и обеспечить технологическую гибкость процесса.

Разработанная комплексная ферментативная технология является перспективным и экономически целесообразным направлением, вносящим вклад в решение задач импортозамещения и устойчивого развития рыбной отрасли России. Промышленная реализация технологии подтверждена патентом на изобретение [2].

Библиографический список

1. *Благодарова М. В., Самохин А. В.* Комплексное использование отходов переработки кальмара // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы XII Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 28–29 апреля 2021 г.): в 2 ч. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2021. – Ч. 2. – С. 63–66.
2. *Патент № 2864018.* Способ получения очищенных головоногих моллюсков / П. А. Кечин, Д. В. Торяник, О. В. Санько и др.; заявл. 05.05.2025; опубл. 16.06.2026.
3. *Чугунова О. В., Заворохина Н. В.* Перспективы создания пищевых продуктов с заданными свойствами, повышающих качество жизни населения // Известия УрГЭУ. – 2014. – № 5 (55). – С. 120–125.

Н. А. Кольберг, В. Б. Порягин

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Применение микроволнового излучения для производства белковой добавки из бурсы бройлеров

Аннотация. В течение последних двадцати лет метод обработки электромагнитными волнами сверхвысокой частоты активно применяется для выделения биологически активных веществ из сырья различного происхождения. Эффективность данной технологии подтверждена для множества растительных, животных и морских ресурсов. Диапазон используемых частот варьируется от 300 МГц до 300 ГГц, при этом нагрев растворителя внутри образца происходит значительно интенсивнее по сравнению с традиционными методами. Физический принцип процесса основан на трении на молекулярном уровне, а также на взаимодействии ионов, что провоцирует стремительный разогрев реакционной среды и деструкцию клеточных оболочек. Полученная авторами разработка по изготовлению белковой добавки может применяться в пищевой промышленности, медицине и косметологии.

Ключевые слова: микроволновое излучение; фабрициева сумка (бурса бройлеров); протеиновая добавка; аминокислоты.

Специфика микроволновой обработки белкового сырья.

В последние годы научное сообщество активно изучает потенциал микроволновой обработки, как способа ускорения гидролиза протеинов и синтеза аминокислот [1; 2; 6; 8]. Исследования показывают, что воздействие СВЧ-поля способно интенсифицировать ферментативный протеолиз, уменьшить временные затраты на гидролиз и улучшить качественные характеристики получаемых гидролизатов [3; 7]. Предполагается, что предварительное облучение белковой массы меняет ее пространственную структуру, делая пептидные связи более доступными для ферментов [5].

Ключевое отличие от обычного нагрева – воздействие на дипольные молекулы (вода и полярные участки белков), которые под действием переменного поля начинают осциллировать. Возникающее при этом межмолекулярное трение служит катализатором, многократно ускоряющим реакции расщепления [4].

Ключевые преимущества технологии:

- оперативность: цикл обработки сокращается до 15–60 мин;
- высокая результативность: волновое воздействие обеспечивает более полную деструкцию белковых цепей, чем классическая тепловая обработка;
- щадящий режим: короткое время нагрева предотвращает распад термолабильных аминокислот.

Области внедрения:

- аналитическая химия: подготовка проб для исследования аминокислотного профиля;
- производство продуктов питания: создание легкоусвояемых гидролизатов из растительного и животного сырья для функционального и спортивного питания;
- биотехнологическая переработка: утилизация вторичных ресурсов мясокомбинатов с получением кормовых добавок.

Технология изготовления белкового концентрата из фабрицевой сумки цыплят-бройлеров.

Предлагаемый метод относится к сфере глубокой переработки птицеводческого сырья и ориентирован на использование такого вторичного продукта, как бурса. Получаемый концентрат может найти применение в производстве кормов, вкусоароматических добавок, бульонных основ, продукции сектора быстрого питания, мясных полуфабрикатов, а также в сегменте диетического и лечебно-профилактического питания.

Целью разработки является оптимизация переработки фабрицевой сумки для увеличения выхода целевого протеина в итоговом сухом продукте при одновременном снижении доли липидов. Это позволит не только расширить линейку выпускаемой продукции, но и сократить объемы не утилизируемых отходов производства за счет ускорения технологического процесса.

Задача решается тем, что «Способ получения белковой добавки из бursы бройлеров», включает два основных этапа переработки бursы бройлеров. На рисунке представлена общая схема изготовления биологических активных белковых добавок в лабораторных условиях.



Способ комплексной переработки бурсы птицы

Сначала проводят СВЧ переработку с использованием исходного сырья в виде бурсы, взятой от птицы при забое. При этом сырье замораживают при температуре от -5 до -4 °C и выдерживают 4–7 дней, затем укладывают слоем в посуду с перфорированным дном – (пароварку для СВЧ печи), которую помещают в рабочую камеру СВЧ печи с частотой 2450 ± 50 МГц и производят нагрев до температуры не выше 60 °C циклами СВЧ-обработки. При цикле СВЧ-обработки происходит выделения концентрированной натуральной жидкой фазы, которую отделяют самотеком. Собранные жидкие фракции объединяют, причем общий объем полученной жидкости составляет от 25 до 60 % от исходной массы сырья. После этого СВЧ-обработку заканчивают с получением

оставшейся обезвоженной массы сырья, а оставшуюся после СВЧ-обработки обезвоженную массу сырья высушивают, измельчают, обезжиривают с использованием растворителей с последующим отделением вторичного жира, проверяют на качество и содержание белка и жира и используют в качестве белковых добавок людей в виде порошка или таблеток. Отделенный при обезжиривании вторичный жир используют как самостоятельный третий продукт, расширяя ассортимент продукции из бursы бройлеров, при этом обезжиривание высушенных продуктов СВЧ переработки бursы бройлеров проводят эфиром диэтиловым ч.д.а. ($C_4H_{10}O$) путем кипячения с последующим промыванием и с разделением отходов бursы от эфира с выделением вторичного чистого жира, при этом раствор жира в эфире разделяют на комплексе анализа жира типа на эфир и вторичный жир.

Новизной способа является гидролиз белков под воздействием СВЧ-излучения – это метод ускоренного расщепления белковых молекул до пептидов и аминокислот с использованием микроволновой энергии самостоятельного продукта переработки бursы бройлеров.

По изготовленному образцу (сухой белковый порошок) можно сказать, что полученная биологическая активная добавка имеет свои индивидуальные характеристики и свойства (цвет, запах, консистенция).

Входящие в состав белковой добавки аминокислоты (аспарагиновая, глутаминовая, серин, гистидин, глицин, треонин, аргинин, аланин, тирозин, цистин, валин, метионин, фенилаланин, изолейцин, лейцин, лизин, пролин) обладают важнейшими свойствами для организма человека и имеют широкий спектр применения в разных областях производства.

Полученная разработка по изготовлению белковой добавки может применяться как в пищевой промышленности, так и в косметологии и медицине.

Библиографический список

1. *Cravotto G., Cintas P.* Power ultrasound in organic synthesis: moving cavitation chemistry from academia to innovative and large-scale applications // *Chemical Society Reviews*. – 2006. – Vol. 35, no. 2. – P. 180–196.
2. *Eskilsson C. S., Bjorklund E.* Analytical-scale microwave-assisted extraction // *Journal of Chromatography A*. – 2000. – Vol. 902, no. 1. – P. 227–250.
3. *Izquierdo F. J., Allaf K., Vorobiev E.* Intensification of protein hydrolysis by microwave energy // *Food and Bioproducts Processing*. – 2012. – Vol. 90, no. 4. – P. 786–791.
4. *Kadam S. U., Tiwari B. K., O'Donnell C. P.* Application of novel extraction technologies for bioactives from marine algae // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2013. – Vol. 61, no. 20. – P. 4667–4675.

5. Qu W., Ma H., Jia J. et al. Enzymolysis kinetics and activities of ACE inhibitory peptides from wheat germ protein prepared with SFP ultrasound-assisted processing // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2012. – Vol. 19. – P. 1832–1838.
6. Spigno G., De Faveri D. M. Microwave-assisted extraction of tea phenols: a phenomenological study // *Journal of Food Engineering*. – 2009. – Vol. 93, no. 2. – P. 210–217.
7. Uluko H., Zhang S., Liu L. et al. Effects of thermal, microwave, and ultrasound pretreatments on antioxidative capacity of enzymatic milk protein concentrate hydrolysates // *Journal of Functional Foods*. – 2015. – Vol. 18. – P. 1138–1146.
8. Wang L., Weller C. L. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants // *Trends in Food Science & Technology*. – 2006. – Vol. 17, no. 6. – P. 300–312.

В. А. Лазарев, С. В. Ярин, Д. Д. Порошина

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Применение постбиотиков и продуктов микробного синтеза в технологии хлебобулочных изделий

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к применению постбиотиков и продуктов направленного микробного синтеза в технологии хлебобулочных изделий. Проанализированы механизмы влияния метаболитов молочнокислых бактерий на антиоксидантную активность, микробиологическую стойкость и структурно-механические свойства хлеба. Обоснована перспективность интеграции постбиотических культур для расширения ассортимента продукции повышенной пищевой ценности.

Ключевые слова: постбиотики; молочнокислые бактерии; хлебобулочные изделия; закваски; ферментация; микробный синтез.

В последние годы пищевая промышленность переживает значительную трансформацию, обусловленную растущим потребительским спросом на натуральные, безопасные и функциональные продукты питания. Традиционные химические консерванты, такие как бензоаты, нитраты и сорбаты, вызывают все больше вопросов с точки зрения безопасности и органолептических свойств, что стимулирует поиск био-основанных альтернатив [1]. Долгое время основное внимание уделялось использованию живых пробиотиков, однако их выживаемость в процессе высокотемпературной выпечки (более 200 °С в корке) стремится к нулю.

В этом контексте постбиотики – неживые микробные клетки и/или их компоненты, приносящие пользу здоровью – становятся перспективным направлением в технологии хлебобулочных изделий. Исследования показывают, что интеграция постбиотиков в пищевые продукты через использование пробиотиков, в частности молочнокислых бактерий в хлебе, открывает новые возможности для создания функциональных продуктов без рисков, связанных с живыми микроорганизмами [3].

Согласно определению Международной научной ассоциации пробиотиков и пребиотиков (ISAPP)¹, постбиотики представляют собой препараты из инактивированных микроорганизмов и их метаболитов, которые сохраняют способность оказывать положительное физиологическое воздействие на организм хозяина. Основные биологически активные вещества в постбиотических препаратах: короткоцепочечные жирные кислоты, органические кислоты, бактериоцины, экзополисахариды, ферменты, витамины, а также структурные компоненты клеточных стенок (пептидогликан, тейхоевые и липотейхоевые кислоты).

В отличие от пробиотиков, постбиотики не требуют сохранения жизнеспособности микроорганизмов для проявления своих функциональных свойств, что делает их более стабильными при технологической обработке и хранении. Как отмечается в обзоре, посвященном применению постбиотиков в хлебобулочной промышленности, эти соединения выполняют многофункциональную роль: выступают в качестве природных антиоксидантов, антимикробных агентов и консервантов, а также способствуют повышению качества продукции и продлению сроков годности [6].

Особый интерес представляет применение постбиотиков в хлебопечении, где традиционная закваска является естественным источником этих соединений. Молочнокислые бактерии, доминирующие в микробиоте заквасок, в процессе ферментации продуцируют широкий спектр постбиотических компонентов, которые не только улучшают качество хлеба, но и придают ему функциональные свойства.

Одним из ключевых функциональных свойств постбиотиков является их способность повышать антиоксидантную активность хлебобулочных изделий. Недавние исследования показывают, что ферментация закваски с использованием молочнокислых бактерий приводит к значительному увеличению содержания свободных полифенолов и общей антиоксидантной активности готового хлеба. Установлено, что метаболическая активность молочнокислых бактерий, особенно *Lactiplantibacillus plantarum* и *Lactocaseibacillus casei*, способствует образованию антиоксидантных пептидов, усиливающих общий антиоксидантный потенциал продукта [3; 6].

Постбиотики обладают выраженной антимикробной активностью, что делает их эффективными натуральными консервантами для подавления плесневых грибов и бактериальной микрофлоры. Особый интерес представляет синергетический эффект при комбинировании постбиотиков с другими натуральными консервантами. Например, сочетание

¹ Постбиотики // Международная научная ассоциация пробиотиков и пребиотиков (ISAPP). – URL: <https://isappscience.org/topic/postbiotics/> (дата обращения: 17.03.2026).

постбиотиков *Leuconostoc mesenteroides* с эфирными маслами сохраняет активность даже при высоких температурах, что особенно важно для хлебопекарного производства [5].

Для промышленного применения постбиотиков в хлебопечении необходима оптимизация параметров ферментации. Ключевыми факторами являются температура ферментации (оптимальная 25–30 °С), продолжительность (24–72 ч), влажность теста и тип используемых микроорганизмов. Исследования показывают, что использование предварительно адаптированных заквасок с проведением последовательных пересевов позволяет стабилизировать микробиоту и достичь стабильных постбиотических свойств. Применение лиофилизированных стартовых культур облегчает промышленное внедрение технологии, обеспечивая стандартизированный состав и предсказуемые свойства готового продукта [2].

Для сохранения активности постбиотических компонентов и обеспечения их целенаправленного действия разрабатываются инновационные формы применения, включая микроинкапсуляцию, использование съедобных пленок и покрытий, которые позволяют контролируемо высвобождать активные соединения в процессе хранения и потребления. Применение постбиотиков в составе съедобных покрытий для нарезных хлебобулочных изделий может существенно продлить срок их годности, подавляя рост плесневых грибов и бактерий.

Важным дополнением к концепции использования постбиотиков в хлебопечении является более широкое применение продуктов направленного микробного синтеза, которые представляют собой не просто спонтанные метаболиты заквасочной микрофлоры, а целенаправленно получаемые в промышленных масштабах ценные биологически активные вещества. Микробный синтез – это метод, основанный на контролируемом выращивании специально созданных микроорганизмов для производства белков, аминокислот, витаминов и других соединений. В хлебопекарной отрасли продукты микробного синтеза находят применение в нескольких ключевых направлениях: обогащение хлеба витаминами и аминокислотами, использование микробных ферментных препаратов для улучшения технологических свойств полуфабрикатов, а также создание специализированных пищевых добавок на основе дрожжевых автолизатов.

Перспективным направлением, объединяющим концепции микробного синтеза и рационального использования вторичных ресурсов, является биотехнологическая переработка хлебных отходов в обогащенные функциональные ингредиенты. Как демонстрируют современные исследования, черствый хлеб может служить питательным субстратом для твердофазной ферментации с использованием специально

подобранных микроорганизмов. В работе, опубликованной в журнале *Applied Sciences*, показана возможность получения продукта, обогащенного витамином В₁₂, путем ко-ферментации хлебных отходов культурой *Neurospora sitophila* и пропионовокислыми бактериями *Propionibacterium freudenreichii*. Полученный после пяти суток ферментации продукт содержал 1,3 мкг/100 г витамина В₁₂, что сопоставимо с уровнем этого витамина в курином яйце. Такой подход решает одновременно несколько задач: утилизацию возвратных отходов хлебопекарного производства, получение функциональной добавки с высоким содержанием белка и витаминов, а также снижение себестоимости обогащенных хлебобулочных изделий [3; 4; 7; 8].

Таким образом, можно сделать вывод, что использование продуктов микробного синтеза, в частности, постбиотиков представляет собой перспективное направление в технологии хлебобулочных изделий, позволяющее создавать продукты с улучшенными функциональными свойствами. При этом, несмотря на очевидные преимущества, промышленное внедрение постбиотиков сопряжено с рядом вызовов. Ключевыми проблемами остаются стандартизация состава постбиотических препаратов, разработка надежных методов контроля качества, оптимизация процессов ферментации для различных видов сырья и адаптация существующего технологического оборудования. Дальнейшие исследования позволят глубже понять механизмы действия постбиотиков и разработать научно обоснованные подходы к их применению. Разработка стандартизированных постбиотических препаратов и технологических рекомендаций по их применению в сочетании с развитием отечественной базы производства заквасочных культур позволит создать новое поколение хлебобулочных изделий, сочетающих высокое качество с функциональными свойствами, способствующими поддержанию здоровья населения.

Библиографический список

1. Лазарев В. А., Порошина Д. Д. Разработка рецептуры и технологии хлеба, обогащенного порошком ежовика гребенчатого и семенами тыквы и подсолнечника // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2024. – Т. 13, № 3 (67). – С. 104–110.
2. Asqardokht-Aliabadi A., Milani J. M. Probiotic–Postbiotic Interactions and Their Dual Role in Sourdough Bread and Human Gut Health // Food Reviews International. – 2025. – Vol. 42 (5). – P. 1–27.
3. Blazheva D., Mihaylova D., Averina O. V. et al. Antioxidant Potential of Probiotics and Postbiotics: A Biotechnological Approach to Improving Their Stability // Russian Journal of Genetics. – 2022. – Vol. 58, no. 9. – P. 1036–1050.
4. Morán J., Kilasoniya A. Integration of Postbiotics in Food Products through Attenuated Probiotics: A Case Study with Lactic Acid Bacteria in Bread // Foods. – 2024. – Vol. 13, no. 13. – Art. 2042.

5. Păcularu-Burada B., Turturică M., Rocha J. M., Bahrim G.-E. Statistical approach to potentially enhance the postbiotication of gluten-free sourdough // *Applied Sciences*. – 2021. – Vol. 11. – Art. 5306.

6. Singh R., Singh P., Habiba U. *et al.* Potential health benefits of postbiotics and its utilization as natural food preservatives // *Food and Humanity*. – 2025. – Vol. 5. – Art. 100726.

7. Stodolak B., Starzyńska-Janiszewska A., Poniewska D. Oncom from Surplus Bread Enriched in Vitamin B12 via In Situ Production by *Propionibacterium freudenreichii* // *Applied Sciences*. – 2024. – Vol. 14 (11). – Art. 4879.

8. Toushik S. H., Park J.-H., Kim K. *et al.* Antibiofilm efficacy of *Leuconostoc mesenteroides* J.27-derived postbiotic and food-grade essential oils against *Vibrio parahaemolyticus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Escherichia coli* alone and in combination, and their application as a green preservative in the seafood industry // *Food Research International*. – 2022. – Vol. 156. – Art. 111163.

Е. В. Цупко, О. В. Чугунова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Современные тренды в применении технологии фокусированного ультразвука для обработки пищевых продуктов

Аннотация. В статье рассматриваются инновационные аспекты применения технологии фокусированного ультразвука для обработки пищевых продуктов на примере итальянской разработки *wavescio®*. Проведен анализ современной научной литературы, посвященной воздействию ультразвука низкой и средней интенсивности на качественные характеристики мяса, рыбы и растительного сырья. Особое внимание уделено механизмам воздействия: кавитации, ускорению массообменных процессов, микроструктурным изменениям тканей. Показано, что применение фокусированного ультразвука в диапазоне температур до 30 °C позволяет интенсифицировать процессы маринования, посола и размягчения продуктов без инициации тепловой денатурации белков. На основе анализа зарубежных исследований систематизированы данные о влиянии параметров ультразвуковой обработки (частота, интенсивность, время) на влагоудерживающую способность, текстурные характеристики, цвет и профиль летучих соединений готовых продуктов. Сделаны выводы о перспективах внедрения технологии фокусированного ультразвука в индустрию питания и производство полуфабрикатов.

Ключевые слова: фокусированный ультразвук; *wavescio®*; обработка пищевых продуктов; кавитация; маринование; размягчение мяса; влагоудерживающая способность.

Современная пищевая индустрия и сегмент *HoReCa* находятся в постоянном поиске технологий, позволяющих не только интенсифицировать производственные процессы, но и значительно улучшить

качество конечного продукта – его текстуру, сочность, вкус и безопасность [3]. Традиционные методы тепловой обработки, маринования или посола зачастую требуют значительных временных затрат и могут приводить к потере питательных веществ и ухудшению органолептических свойств [2].

В последнее десятилетие активно развиваются не термические методы обработки, среди которых особое место занимает ультразвук. Ультразвук признан эффективной и многообещающей технологией в мясной отрасли, способной ускорить процессы переработки и улучшить качественные характеристики продукции [7]. Ключевым механизмом здесь является кавитация – образование и схлопывание микроскопических пузырьков в жидкой среде, что генерирует ударные волны и микро-потоки, воздействующие на структуру продукта.

Итальянская компания *Waveco* предложила уникальное технологическое решение, основанное на принципе фокусированного ультразвука. В отличие от хаотичных волн, генерируемых простыми ультразвуковыми ваннами (часто используемыми для очистки), технология *waveco®* обеспечивает направленное воздействие волн на продукт¹. Важной особенностью является то, что обработка ведется в водной среде при температуре, не превышающей 30 °С, что исключает преждевременную тепловую денатурацию белков и сохраняет продукт в сыром виде. Данный обзор ставит целью проанализировать научные основы и практические эффекты применения фокусированного ультразвука для обработки пищевых продуктов, сопоставляя их с результатами актуальных зарубежных исследований.

В работе проведен анализ открытых патентных и маркетинговых материалов компании *waveco®*, а также систематический обзор рецензируемых научных статей, индексируемых в базах *PubMed*, *ScienceDirect* и *Scopus* за период 2015–2025 гг. Ключевыми критериями отбора публикаций являлось наличие данных о влиянии ультразвуковой обработки (как самостоятельной, так и в комбинации с другими методами) на физико-химические, структурно-механические и органолептические показатели пищевых продуктов, преимущественно мяса и рыбы.

Для обзора предметного поля проведенного исследования использовали алгоритм в соответствии с протоколом *PRIZMA* [1; 6] и составили схему проведения исследования (см. рисунок).

Ключевое отличие технологии *waveco®* от существующих аналогов заключается в применении фокусированных ультразвуковых волн.

¹ *There's* ultrasounds, and then there's *waveco®* // *Waveco*. – URL: <https://www.waveco.it/en/news-en/theres-ultrasounds-and-then-theres-waveco/> (дата обращения 10.01.2026).

В обычных ультразвуковых ваннах, особенно тех, что изначально предназначены для очистки, волны распространяются хаотично, а рабочая температура часто превышает 60 °С, что может инициировать нежелательные процессы варки. В установках *wavesci*® волны генерируются от основания ванны и фокусируются таким образом, чтобы равномерно и с заданной интенсивностью воздействовать на продукт по всей толще водяного столба при строгом контроле температуры (ниже 30 °С). Это позволяет воздействовать на продукты, не запуская процессы тепловой денатурации, что критически важно для сохранения нежной структуры, например, мяса или рыбы.



Процесс выбора материалов исследования
в соответствии с протоколом *PRISMA*

Одним из наиболее изученных эффектов ультразвука является ускорение диффузии. Кавитация вызывает микро-удары по поверхности продукта, создавая временные микро-каналы, которые облегчают проникновение жидкостей (маринадов, рассолов) вглубь тканей.

Рассмотрены исследования по ультразвуковому маринованию свинины – на частоте 26.8 кГц значительно улучшаются текстурные свойства образцов [5]. Было зафиксировано снижение показателей жесткости, твердости и жевательности на 44 % по сравнению с контролем. Авторы также отмечают значительное улучшение влагоудерживающей способности: потери при варке сократились с 27 до 22 %. Это напрямую коррелирует с заявляемым эффектом *wavesci*® по повышению сочности

продуктов. Более эффективное проникновение соли и влаги вглубь мышечных волокон под действием ультразвука подтверждается и в других работах, где отмечается ускорение массопереноса хлорида натрия при обработке свинины.

Воздействие ультразвука приводит не только к ускорению диффузии, но и к физическому разрушению структур соединительной ткани. Ускорения, возникающие в тканях под действием волн, вызывают микро-разрывы фибрилл, что механически размягчает мясо. Исследования на свинине [4] показали, что ультразвук влияет на окисление липидов и белков, что в свою очередь способствует формированию не только более нежной текстуры, но и улучшенного вкусо-ароматического профиля после приготовления. Эти данные подтверждают, что предварительная обработка фокусированным ультразвуком в *wavesco*® может заменить длительные процессы механической тендеризации или выдержки.

Важным аспектом для потребителя является цвет продукта. Установлено, что после ультразвуковой обработки цвет свинины становился более розовым, что было связано с повышением доли оксимиоглобина [5]. Кроме того, после обжарки образцы, маринованные с использованием ультразвука, демонстрировали значительно большее количество летучих ароматических соединений. Это указывает на глубокую перестройку предшественников вкуса и аромата в процессе ультразвуковой обработки, что открывает новые возможности для создания продуктов с заданными вкусовыми характеристиками.

В другом исследовании [4] показано, что ультразвук способствует образованию таких ароматических соединений, как фенилацетальдегид и Транс-2,цис-6-нонадиеналь (огуречный альдегид), что напрямую влияет на восприятие вкуса готового блюда.

Обработка при низких температурах (ниже 30 °C), как в *wavesco*®, является критически важной с точки зрения микробиологии. В этом диапазоне не создаются условия для термофильной бактериальной пролиферации, а сам процесс обработки происходит быстро, не давая микроорганизмам времени на размножение. Более того, кавитация может оказывать дополнительный бактерицидный эффект. Исследования [8] также подтверждают, что ультразвук может использоваться как вспомогательный метод для стерилизации, разрушая клеточные стенки микроорганизмов.

Проведенный анализ научной литературы и технических решений компании *wavesco*® позволяет сделать следующие выводы:

- технология фокусированного ультразвука с контролем низкой температуры (*wavesco*®) представляет собой инновационный и научно обоснованный метод обработки пищевых продуктов;

- ключевые механизмы действия – акустическая кавитация и микро-потоки – позволяют значительно сократить время маринования, посола и размягчения продуктов;
- обработка ультразвуком приводит к улучшению текстурных характеристик (снижение жесткости до 44 %), повышению влагоудерживающей способности и, как следствие, сочности готовых блюд;
- технология положительно влияет на цвет и способствует формированию более богатого и интенсивного вкусо-ароматического профиля после термической обработки.

Таким образом, интеграция технологии *wavesc*® в процессы производства полуфабрикатов, ресторанную индустрию и специализированные производства (*R&D* цеха) гарантирует сохранность нативных свойств сырья и соблюдение гигиенических стандартов и открывает широкие перспективы для создания продукции премиального качества с улучшенными потребительскими свойствами и оптимизированной себестоимостью (за счет сокращения временных и энергетических затрат).

Библиографический список

1. Бурак Л. Ч., Завалей А. П. Эффективность комбинированного воздействия ультразвука и микроволн при обработке пищевых продуктов. Обзор // *Техника и технология пищевых производств*. – 2024. – Т. 54, № 2. – С. 342–357.
2. *Современные технологические процессы пищевых производств: монография* / В. Н. Андреев, И. А. Бакин, Д. М. Бородулин и др. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2025. – 130 с.
3. Чугунова О. В., Заворохина Н. В. Перспективы создания пищевых продуктов с заданными свойствами, повышающих качество жизни населения // *Известия УрГЭУ*. – 2014. – № 5 (55). – С. 120–125.
4. Cheng L., Li X., Li X. *et al.* The improvement mechanism of volatile for cooked Tibetan pork assisted with ultrasound at low-temperature // *Ultrasonics Sonochemistry*. – 2024. – Vol. 110. – Art. 107060.
5. Guo L., Hong C., Wang W., Zhang X. Evaluation of low-temperature ultrasonic marination of pork meat at various frequencies on physicochemical properties, myoglobin levels, and volatile compounds // *Meat Science*. – 2024. – Vol. 217. – Art. 109606.
6. Tricco A. C., Lillie E., Zarin W. *et al.* PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanations // *Annals of Internal Medicine*. – 2018. – Vol. 169 (7). – P. 467–473.
7. Zhang J., Toldrá F., Kang D. *et al.* Benefits of ultrasonic technology application in meat field and its influential mechanism: a review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2025. – Vol. 65 (28). – P. 5726–5751.
8. Zhou S., Chen W., Fan K. Recent advances in combined ultrasound and microwave treatment for improving food processing efficiency and quality: A review // *Food Bioscience*. – 2024. – Vol. 58. – Art. 103683.

Л. В. Шустова, Е. Н. Урбанчик

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

Гидротермическая обработка пророщенной зеленой гречки как фактор повышения эффективности мукомольного производства

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментальной оценки эффективности сортового помола пророщенной зеленой гречки в зависимости от режима гидротермической обработки. Установлено, что применение полной гидротермической обработки (увлажнение до 14–16 %, отволаживание 2–6 ч) нецелесообразно, так как приводит к снижению выхода муки на 3,5 %. Оптимальным является кратковременное поверхностное увлажнение на 0,5 % с отволаживанием 20 мин, обеспечивающее выход муки 72,44 % и снижение зольности в 2 раза.

Ключевые слова: пророщенная зеленая гречка; гидротермическая обработка; сортовой помол; выход муки; зольность; кратковременное увлажнение.

В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к продуктам переработки пророщенного зерна, в частности зеленой гречки, что обусловлено их высокой пищевой ценностью, сбалансированным аминокислотным составом, повышенным содержанием витаминов группы В, антиоксидантов и пищевых волокон. Пророщенная зеленая гречка находит применение в производстве безглютеновых, функциональных и диетических продуктов [1; 2; 5]. Однако технология ее мукомольной переработки остается недостаточно изученной, а существующие подходы, заимствованные из традиционной технологии переработки непророщенной гречневой крупы, не всегда обеспечивают высокие количественные и качественные показатели готовой продукции [3].

Эффективность сортового помола в значительной степени зависит от режимов гидротермической обработки, которые должны учитывать структурные особенности пророщенного зерна: частичную декстринизацию крахмала, ослабление связей между оболочками и эндоспермом, повышенную гидрофильность тканей. В связи с этим актуальным является поиск оптимальных параметров подготовки сырья, позволяющих повысить выход сортовой муки, снизить ее зольность и минимизировать технологические потери [4].

Целью данной работы являлась экспериментальная оценка эффективности сортового помола пророщенной зеленой гречки с определением выхода и качества муки различных сортов. В ходе работы анализировали распределение продуктов измельчения по технологическим

системам, зольность полученных фракций и соответствие их требованиям, предъявляемым к сортовой муке.

В качестве объекта исследований использовали крупу пророщенную зеленую гречку. Сортовой помол пророщенной зеленой гречки осуществлялся на лабораторной мельнице *LabMill* (*Chopin*, Франция), которая представлена на рис. 1. Схема включает две драные системы, одну шлифовальную и две размольные системы.

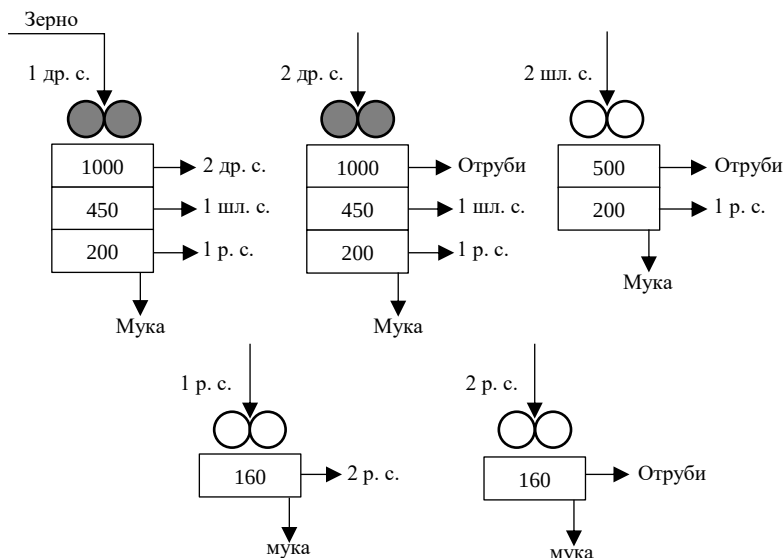


Рис. 1. Технологическая схема лабораторной мельницы *LabMill*¹

Гидротермическая обработка (ГТО) представлена усредненными данными 10 опытов при варьировании влажности (14–16 %) и времени отволаживания (2–6 ч) с применением методов математического моделирования и оптимизации. Кратковременное увлажнение осуществляли путем доувлажнения на 0,5 % и отволаживания в течение 20 мин.

На рис. 2 представлен выход и качество сортовой муки из пророщенной зеленой гречки.

Проведенный сравнительный анализ позволил установить, что традиционная полная ГТО, предусматривающая длительное отволажива-

¹ Лабораторная мельница «LabMill» // GBS Technologies. – URL: <https://agroproekt.kz/laboratornaya-melnica-labmill> (дата обращения: 25.03.2026).

ние при повышенной влажности, является неэффективной и технологически нецелесообразной для данного вида сырья, поскольку ее применение приводит к снижению общего выхода муки на 3,5 % (с 70,33 до 66,80 %) по сравнению с помолом без обработки.

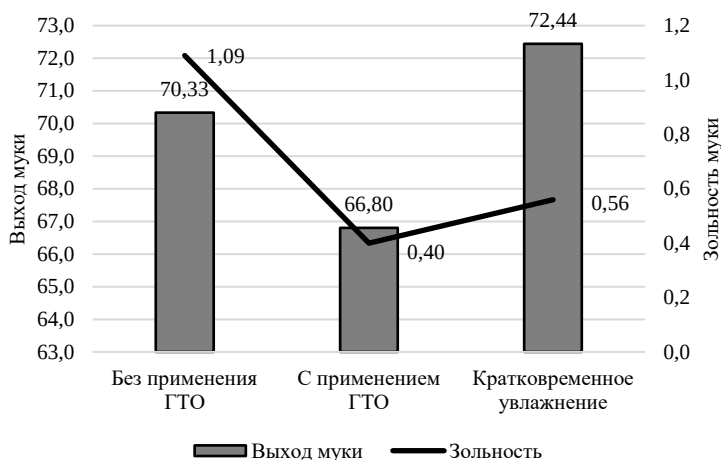


Рис. 2. Выход и качество сортовой муки из пророщенной зеленой гречки, %

Наилучшие результаты, обеспечивающие оптимальное сочетание количественных и качественных показателей, достигнуты при использовании кратковременного поверхностного увлажнения крупы на 0,5 % в течение 20 мин непосредственно перед помолом. Данный режим позволяет сохранить высокий выход муки на уровне 72,44 %, что лишь незначительно уступает контролю без обработки, но существенно превосходит вариант с полной ГТО, а также обеспечивает приемлемое качество муки со средневзвешенной зольностью 0,56 %, что в 2 раза ниже, чем при помоле без обработки (1,09 %), и соответствует требованиям к сортовой муке.

Анализ распределения продуктов измельчения по технологическим системам (см. таблицу) показал, что применение полной ГТО способствует перераспределению потоков в сторону увеличения выхода продуктов на начальных драных системах (1 драная система — с 9,91 до 15,04 %), однако при этом наблюдается снижение общего выхода муки. Наибольший выход муки сортовых фракций с приемлемой зольностью обеспечивает режим кратковременного увлажнения. Так, на 1 шлифовальной системе выход муки составил 21,43 % при зольности 0,55 %, что сопоставимо с контролем, но с существенно более низ-

кой зольностью. Средневзвешенная зольность муки при данном режиме (0,56 %) более чем в два раза ниже, чем в контрольном образце (1,09 %), что позволяет отнести полученную муку к сортовой.

Выход и качество муки из крупы гречневой пророщенной по системам помола, %

Система помола	Без применения ГТО		С применением ГТО		Кратковременное увлажнение	
	Выход	Зольность	Выход	Зольность	Выход	Зольность
1 др. с.	9,91	1,12	15,04±1,77	0,40±0,17	14,85	0,43
2 др. с.	16,05	0,33	11,11±1,32	0,31±0,22	14,78	0,15
1 шл. с.	20,48	0,89	20,43±0,49	0,27±0,12	21,43	0,55
1 р. с.	19,50	1,32	16,80±0,89	0,44±0,13	16,89	0,65
2 р. с.	4,39	3,68	3,42±0,21	1,18±0,18	4,49	2,01

Проведенные исследования показали, что традиционная полная гидротермическая обработка, применяемая для непророщенной гречневой крупы, неэффективна при переработке пророщенной зеленой гречки. Ее использование приводит к снижению выхода муки на 10 % и увеличению технологических потерь. Наилучшие результаты достигнуты при кратковременном поверхностном увлажнении (0,5 %, 20 мин), которое позволяет получить муку со средневзвешенной зольностью 0,56 % при общем выходе 72,44 %, что соответствует требованиям к сортовой муке. Предложенный режим может быть рекомендован для внедрения в мукомольное производство.

Библиографический список

1. Мысаков Д. С., Крюкова Е. В., Чугунова О. В. Изучение химического состава гречневой муки и ее влияния в смеси с пшеничной мукой на качество хлеба // Интернет-журнал «Науковедение». – 2015. – Т. 7, № 5(30). – Статья № 144.
2. Урбанчик Е. Н., Шустова Л. В. Повышение эффективности проращивания зеленой гречки: монография. – Могилев: БГУТ, 2023. – 104 с.
3. Урбанчик Е. Н., Шустова Л. В., Касьянова А. И. Влияние режимов гидротермической обработки на качество сортовой муки из крупы гречневой пророщенной // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2025. – № 2 (39). – С. 58–68
4. Хамдамова Ч. Х., Ахмедов А. Н., Суннатова С. Ф. Анализ и значения гидротермической переработки зерна перед дроблением и исследования // Universum: технические науки. – 2022. – № 3-2 (96). – С. 139–148.
5. Gupta R. K., Gangoliya S. S., Singh N. K. Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains // Journal of Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 52, no. 2. – P. 676–684.

Секция 3. Биотехнологии для обеспечения продовольственной безопасности

И. С. Брашко

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Исследование потенциала растительного сырья, содержащего биологически активные вещества адаптогенного действия

Аннотация. В современной научной литературе питание рассматривается как один из ключевых факторов профилактики нарушений, вызванных стрессом. Особый интерес представляют природные адаптогенные соединения растительного происхождения способные повышать устойчивость организма к неблагоприятным воздействиям среды, нормализовать обменные процессы и поддерживать функциональное состояние организма в условиях хронического стресса. В статье обобщена информация о содержании биологически активных вещества адаптогенного действия в растительном сырье России.

Ключевые слова: растительное сырье; адаптогены; биологически активные вещества.

Ухудшение экологической обстановки, физическая и умственная нагрузки, несбалансированный рацион, характеризующийся нехваткой макро- и микроэлементов, полноценного белка, витаминов, недостатком и/или переизбытком питательных веществ, стресс и природные условия имеют разрушающее воздействие на организм путем увеличения количества свободных радикалов и приводя к окислительному стрессу, что в итоге понижает устойчивость живых систем [5]. Одним из путей снижения вредного воздействия является систематичное употребления БАД, полученных из сырья растительного происхождения, содержащего природные адаптогены и антиоксиданты, добавленных в функциональные ингредиенты, продукты и напитки [6].

Цель данной статьи заключается в обобщении информации о содержании биологически активных веществ адаптогенного действия в растительном сырье.

Растительное сырье содержит адаптогены, в том числе витамины, минеральные вещества, аминокислоты, органические кислоты, фитонциды, танины [1]. Адаптогены относятся к группе биологически активных веществ растительного происхождения, однако могут быть синтезированы и химическим путем, они усиливают общую устойчивость организма к стрессовым факторам различной природы, включая экологические, физиологические и патогенные воздействия [8]. Адаптогены

содержат флавоноиды, гликозиды, полисахариды, фитостеролы, терпеноиды, гидроксированные жирные кислоты и гликопептиды, которые обеспечивают тонизирующий эффект, участвуют в регуляторном обмене гормонов, участвуют в работе ЦНС, активируют метаболизм для выработки энергии, повышают иммунную защиту активацией клеточного и гуморального иммунитета, повышают выносливость и сопротивляемость к вредным воздействиям [10].

Применение адаптогенов в питании дает ряд преимуществ, к ним относятся повышение физической работоспособности и порога утомляемости, улучшение метаболизма, повышение умственной работоспособности, создает устойчивость к различным неблагоприятным факторам – температурные изменения окружающей среды [7], заболевания, вызванные патогенными микроорганизмами, психоэмоциональные стрессы. Применение адаптогенов позволяет сократить сроки адаптации человека к ним.

Широко и повсеместно известным сырьем для извлечения адаптогенов является родиола розовая, она повышает устойчивость организма к действию различных факторов химической, физической и биологической природы [11].

Родиола розовая (*Rhodiola rosea*) обладает выраженными адаптогенными и антистрессовыми свойствами, которые обусловлены в первую очередь салидрозидом и розавином. Эти вещества регулируют работу нейроэндокринной системы, снижая выработку кортизола и повышая устойчивость к эмоциональным и физическим нагрузкам [12]. Экстракт получаемый из родиолы розовой способствует оптимизации энергетического обмена в митохондриях клеток, что ведет к повышению выносливости и сокращению времени восстановления после утомления. Он также проявляет антиоксидантную активность, защищая клетки от окислительного стресса, и улучшает когнитивные функции [2].

Элеутерококк (*Eleutherococcus senticosus*) обладает широким спектром тонизирующих и иммуномодулирующих эффектов, благодаря элеутерозидам и полисахаридам. Они усиливают сопротивляемость организма к инфекциям и неблагоприятным внешним воздействиям, активируя работу иммунной системы и повышая фагоцитарную активность макрофагов. Оказывает мягкое стимулирующее действие на ЦНС, помогая бороться с усталостью и повышая общий тонус организма [13].

Лимонник (*Schisandra chinensis*) оказывает тонизирующий и адаптогенный эффект благодаря схизандрина и схизандрола, которые относятся к фенольным соединениям, стимулирующим деятельность ЦНС способствуя повышению умственной и физической работоспособности, снижению утомляемости и повышению концентрации. Лимонник благотворно влияет на деятельность печени, сердечно-сосудистой системы [8].

Также адаптогены содержатся в эхинацеи, женьшене, гинкго-билобу.

Крапива (*Urtica dioica*) содержит каротин, витамин С и К, минеральные вещества – железо, кальций, магний. Активными веществами в ее составе являются соли железа и хлорофилл. Их действие направлено на нормализацию обмена веществ, стимулирование образования эритроцитов, повышение содержания гемоглобина в крови [4].

Корневища и корни девясила высокого (*Inula helenium* L) содержат вещества обладающими антиоксидантной активностью. Эти части девясила высокого являются источником инулина, пищевых волокон, железа, цинка, марганца, меди [9].

Шиповник (*Rosa*) имеет наибольшее количество витамина С среди растительного сырья. Аскорбиновая кислота в шиповнике находится в стабильной форме, поскольку в нем отсутствуют окислительные ферменты, что позволяет витамину сохраняться и при термической обработке. Витамин С повышает сопротивляемость организма к инфекциям, принимает участие в образовании гормонов, способствует восстановлению тканей при повреждениях, ускоряет свертываемость крови. Также шиповник содержит витамины Р, В и Е, β -каротин, органические кислоты, клетчатку. Данные нутриенты помогают выводить из организма соли тяжелых металлов.

В составе облепихи содержатся: витамин Е, который защищает, полиненасыщенные жирные кислоты от окисления; каротин; витамин А; гормоны гипофиза и половых желез от разрушения кислородом. Органические кислоты и витамин С в составе облепихи обладают защитными свойствами, помогающими бороться с усталостью, и оказывают антивирусное действие.

Ягоды жимолости содержат антиоксиданты, такие как хлорогеновая кислота, а также аскорбиновую кислоту, витамины группы В, пищевые волокна, представленные пектином и пектиновыми веществами, антоцианы, β -каротин и флавоноиды [3].

В рамках рассматриваемой темы установлено, что у сырья, произрастающего на территории России, имеется достаточный потенциал для его использования как функционального ингредиента в пищевых системах.

Библиографический список

1. Винницкая В. Ф., Попова Е. И., Парусова К. В. и др. Исследования функциональных свойств овощей, фруктов, ягод, листьев и трав и создание функциональных продуктов питания нового поколения // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5. – С. 63–68.

2. Леонтьева С. А., Брашко И. С. Использование биологически активных добавок иммуномодулирующего действия в технологии сахаристых кондитерских изделий // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2025. – № 3. – С. 89–95.
3. Минниханова Е. Ю., Ильина Н. А. Перспективы применения местного растительного сырья при разработке рецептур функциональных десертов пониженной калорийности // Новые концептуальные подходы к решению глобальной проблемы обеспечения продовольственной безопасности в современных условиях: сб. науч. ст. (Курск, 17 ноября 2023 г.). – Курск: Университетская книга, 2023. – С. 105–108.
4. Сергеева О. А. Исследование потенциала сырья растительного происхождения как источника функциональных пищевых ингредиентов // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. – 2019. – № 2 (13). – С. 24–29.
5. Светлакова Н. А., Фролова А. С., Милентьева И. С. и др. Изучение адаптогенных свойств растительного сырья для создания функциональных продуктов питания // Технологии живых систем. – 2025. – Т. 22, № 2. – С. 85–94.
6. Симоненко Е. С., Симоненко С. В., Золотин А. Ю. и др. Мировой опыт в использовании ингредиентов растительного происхождения // Пищевая промышленность. – 2019. – № 4. – С. 90–92.
7. Слободенюк Е. В., Литовченко Е. А., Коришунова Н. В., Штарберг М. А. Использование фитоадаптогенов для коррекции холодового воздействия на организм // Якутский медицинский журнал. – 2018. – № 2 (62). – С. 21–22.
8. Урубков С. А., Будова А. В., Королев А. А., Смирнов С. О. Выбор растительного сырья, содержащего биологически активные вещества адаптогенного действия, для включения в состав обогащенных пищевых концентратов первых и вторых обеденных блюд // Питание и биотехнологии для здоровьесбережения населения Арктической зоны Российской Федерации: сб. ст. IX науч.-практ. конф. с междунар. участием (Якутск, 1–3 декабря 2025 г.). – Якутск: СВФУ, 2025. – С. 501–508.
9. Учасов Д. С., Шалаева А. А. Девясил высокий как источник функциональных пищевых ингредиентов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2024. – № 2 (85). – С. 34–38.
10. Халитова А. Р. Адаптогены // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее: сб. науч. ст. 4-й Всерос. науч. конф. (Курск, 14–15 октября 2021 г.); в 3 т. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – Т. 2. – С. 278–281.
11. Шерманова К. Влияние фитоадаптогенов растительного происхождения на организм животных // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2015. – № 9. – С. 36–38.
12. Gerontakos S., Taylor A., Andreeva A. Y. et al. Findings of Russian literature on the clinical application of *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.): A narrative review // Journal of ethnopharmacology. – 2021. – Vol. 278. – Art. 114274.
13. Kos G., Czarnek K., Sadok I. et al. *Eleutherococcus senticosus* (*Acanthopanax senticosus*): an important adaptogenic plant // Molecules. – 2025. – Vol. 30. – No. 12. – Art. 2512.

Расширение ассортимента мучных кондитерских изделий

Аннотация. В статье исследовано внесение в рецептуру кекса БАД, в состав которой входит кукурузная мука, экструдированная кукуруза, семена подсолнечника, растительное масло, аскорбиновая кислота, что повышает пищевую ценность за счет полезных свойств этих ингредиентов. Исследования показывают, что добавление БАД в кекс в дозировке 35 % является эффективным способом улучшения его питательных свойств и потребительских качеств. Это может быть интересным предложением для производителей, стремящихся к расширению ассортимента здоровых и полезных кондитерских изделий.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия; пищевая ценность; качество; ассортимент.

Необходимость применения пищевых добавок и улучшителей в производстве кондитерских изделий является одной из главных задач, стоящих перед кондитерской промышленностью. Кондитерские изделия должны быть не только эстетически красивыми и вкусными, но и удовлетворять нормам о питании. Уже давно в прошлом понятие о том, что кондитерское изделие – это продукт, который покупают на какие-либо праздники, в исключительных случаях, теперь кондитерское изделие это повсеместное и каждодневное лакомство большинства людей, поэтому, заботясь о сбалансированном питании, необходимо учитывать пищевую, биологическую и энергетическую ценности [3].

Цель данной работы – повышение пищевой ценности кексов путем введения в рецептуру пищевой добавки «Гранопан Майсано» (ПД).

Ингредиенты, входящие в состав добавки такие, как кукурузная мука, экструдированная кукуруза, семена подсолнечника, растительное масло, аскорбиновая кислота, повышают пищевую ценность за счет своих полезных свойств. Например, в кукурузной муке повышенное содержание крахмала (до 85 %) и жира (до 3 %), содержание золы от 0,9 до 1,3 %, белка – 7,2 %. Семена подсолнечника богаты жиром и белком, их суммарное содержание колеблется в пределах 71–85 %. Витамин С (аскорбиновая кислота) является лактоном L-гулоновой кислоты и участвует в важнейших окислительно-восстановительных процессах организма, в том числе в реакции детоксикации.

Экструдированная кукуруза содержит значительное количество белков, жиров, углеводов.

Все ингредиенты добавки повышают не только пищевую ценность изделий, но и энергетическую, что также немаловажно в сбалансированном питании, получение необходимого количества энергии.

В данной работе за основу была принята рецептура кекса «Здоровье».

В ходе работы было необходимо:

- установить оптимальную дозировку добавки;
- изучить влияние добавки на свойства полуфабрикатов (теста);
- изучить влияние добавки на качество готовой продукции.

Объектами исследования данной работы являются:

- сырье (мука пшеничная высший сорт, дрожжи прессованные, сахар-песок, маргарин, молоко, меланж, ПД «Гранопан-Майсано»);
- полуфабрикаты (тесто);
- готовые изделия: образец 1 (контроль) – кекс, приготовленный по рецептуре «Здоровье»; образец 2 – 20 % ПД взамен муки; образец 3 – 30 %; образец 4 – 35 %; образец 5 – 40 %; образец 6 – 50 %.

Проведены пробные выпечки кекса на дрожжах с использованием ПД. Установлено влияние ПД на органолептические и физико-химические показатели готовых изделий. Установлена оптимальная дозировка. Перед проведением выпечки рассчитали рецептуру и установили соответствие сырья ГОСТам и ТУ. В качестве основы для внесения добавки была выбрана рецептура кекса «Здоровье».

Добавление «Гранопан-Майсано» придает тесту более желтый оттенок из-за содержания кукурузной муки, экструдированной кукурузы и растительного масла в добавке. Интенсивность желтого цвета увеличивается с увеличением дозировки добавки.

Процесс образования теста становится более продолжительным при увеличении дозировки добавки. Причиной является повышенное содержание белка в добавке и оптимальная температура (20–30 °С) для набухания белков, а также с более высокое содержание крахмала в кукурузной муке, входящей в состав БАД (70,6 %, а в пшеничной – 67,9 %) [1; 2]. Температура теста у всех образцов одинаковая и составляет 28 °С, а влажность – 30 %.

Упруго-пластичные свойства теста, зависящие от качества используемой муки и добавки, играют важную роль в создании готовых изделий, влияя на их форму, объем и пористость (рис. 1).

Добавление БАД оказывает заметное влияние на характеристики теста, включая цвет, время образования и упруго-пластичные свойства.

Однако, важно контролировать дозировку добавки, чтобы избежать чрезмерного увеличения вязкости, которое может негативно повлиять на качество конечного продукта. Оптимальными являются концентрации ПД в пределах 30–35 %.

Исследование подъемной силы теста, с помощью шариков представлено на рис. 2.

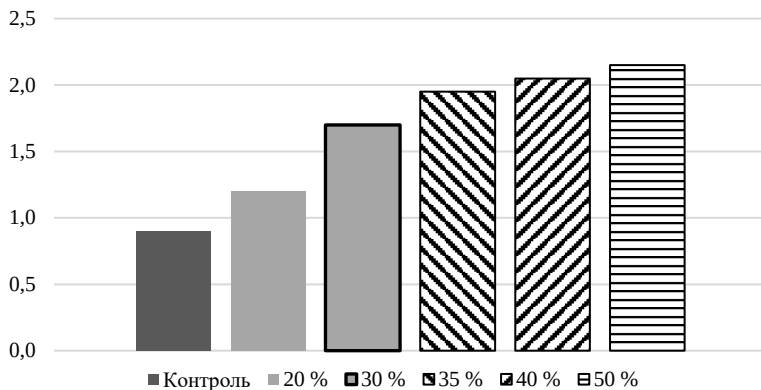


Рис. 1. Зависимость пластических свойств теста от концентрации добавки

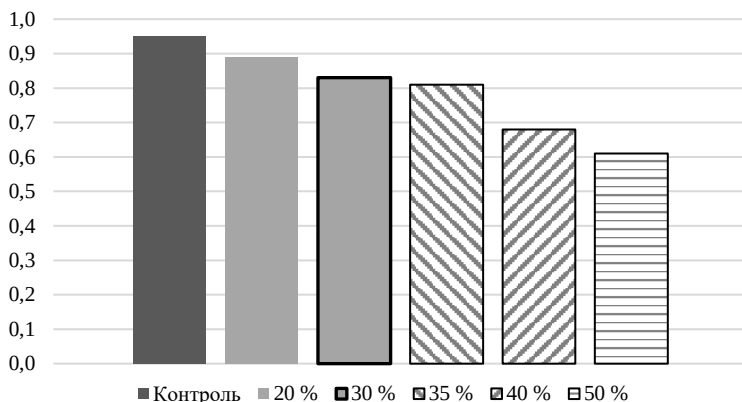


Рис. 2. Зависимость подъемной силы теста от концентрации добавки

Добавление ПД в целом снижает подъемную силу теста по сравнению с контрольным образцом.

Образцы с 30 и 35 % добавки показывают оптимальную подъемную силу по сравнению с образцами с более высокой дозировкой (40 и 50 %).

Добавка, не содержащая клейковины, разбавляет сеть клейковины, образованную пшеничной мукой, что может снизить способность теста удерживать газ, образующийся при брожении [4].

Высокое содержание жира в добавке также может препятствовать развитию и удержанию газовых пузырьков, снижая подъемную силу.

Исследование нарастания кислотности теста в процессе брожения представлены на рис. 3.

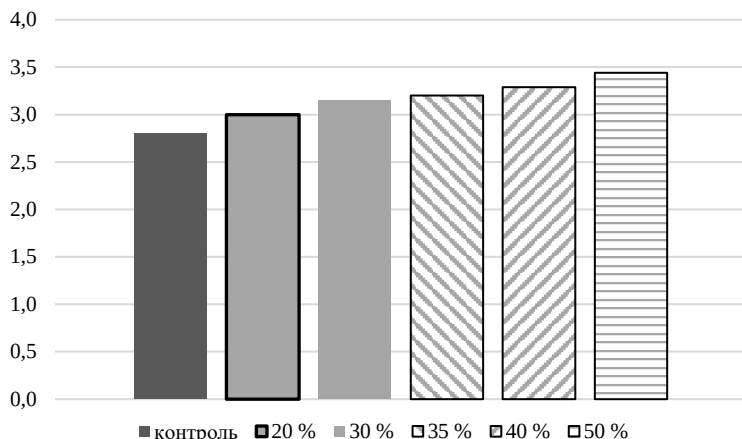


Рис. 3. Зависимость кислотности теста от концентрации добавки, град.

Оптимальной кислотностью обладают образцы с 30 и 35 % добавки. Возрастание кислотности прежде всего связано с тем, что добавка содержит в своем составе аскорбиновую кислоту, которая приводит к нарастанию кислотности в тесте, с увеличением количества добавки, увеличивается и количество аскорбиновой кислоты в тесте [5].

Влажность теста в процессе брожения остается постоянной, равной 30 %.

В готовых изделиях определены органолептические показатели, влажность, кислотность, массовая доля общего сахара, массовая доля жира, массовая доля золы.

В таблице представлены физико-химические показатели качества готовых изделий.

Показатели качества кексов

Показатель	Образцы					
	Контроль	20 %	30 %	35 %	40 %	50 %
Массовая доля влаги, %	25,20	25,20	25,17	25,15	25,13	25,10
Массовая доля общего сахара, %	19,86	17,80	16,83	15,83	15,50	14,81
Массовая доля жира, %	14,5	15,7	16,4	16,8	17,2	17,9
Массовая доля золы, %	0,07	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11
Общая кислотность, град.	2,00	2,10	2,20	2,25	2,30	2,40

Увеличение кислотности готового кекса находится в прямой зависимости от количества добавленной добавки. Это может быть связано с особенностями состава добавки.

Зольность кекса увеличивается с увеличением содержания ПД. Это обусловлено более высокой зольностью самой добавки по сравнению с пшеничной мукой.

Содержание клетчатки в кексах повышается при добавлении БАД, так как эта добавка содержит большое количество клетчатки.

БАД в дозировке 35 % от массы пшеничной муки высшего сорта является оптимальной для производства кекса «Здоровье с добавкой», обеспечивая наилучшие органолептические и физико-химические характеристики.

БАД улучшает химический состав кекса, увеличивая содержание белков, витаминов и минеральных веществ. Внесение добавки увеличивает содержание биологически активных соединений, в частности полиненасыщенных жирных кислот и улучшает аминокислотный состав, позволяет расширить ассортимент мучных кондитерских изделий и повысить их пищевую ценность.

В целом, исследования показывают, что добавление БАД в кекс «Здоровье с добавкой» в дозировке 35 % является эффективным способом улучшения его питательных свойств и потребительских качеств. Это может быть интересным предложением для производителей, стремящихся к расширению ассортимента здоровых и полезных кондитерских изделий.

Библиографический список

1. *Гулова Т. И.* Использование сырьевой базы Уральского региона в производстве мучных кондитерских изделий // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: сб. материалов XI Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 24 апреля 2024 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ, 2024. – С. 64–68.
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. *Гусева Т. И., Гулова Т. И.* Обогащение сдобного печенья соевой окарой // Современное хлебопекарное производство: перспективы развития: материалы XVII Всерос. заоч. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 18 ноября 2016 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ, 2016. – С. 116–121.
4. *Лаврова Л. Ю.* Использование новых нетрадиционных видов растительного сырья в производстве хлебобулочных кондитерских изделий // Современное хлебопекарное производство: перспективы развития: материалы XVII Всерос. заоч. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 18 ноября 2016 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ. – С. 53–56.

5. Цыбулько-Цветницкая Э. В. Анализ использования черемуховой муки в производстве мучных кондитерских изделий на примере сахарного печенья // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам XII Междунар. науч.-практ. конф. (Горки, 27–28 июня 2018 г.). – Горки: БГСХА, 2018. – С. 225–227.

Л. А. Донскова, И. С. Брашко

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Анализ биохимического состава компонентов растительного сырья Урала

Аннотация. Представлены результаты аналитического обзора биохимического состава растительного сырья, произрастающего на территории Свердловской области, богатого биологически активными веществами иммуностропной и адаптогенной направленности. Предложены пути его использования в качестве функциональных ингредиентов и добавок для применения в рационе большинства потребителей, проживающих в крупных городах, испытывающих дефицит микронутриентов.

Ключевые слова: местное растительное сырье; биологически активные вещества; биохимический состав.

В настоящее время снизилось потребление основных групп продуктов – мясных, молочных, рыбных, фруктов и ягод, что влечет за собой недостаток в организме важнейших нутриентов белковой и липидной природы, витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон. В связи с чем растет научно-технический интерес к разработке методов и подходов к получению продуктов с высокой биологической ценностью при соблюдении рационального комбинирования пищевых систем, разработке мало- и безотходных технологий и применения клеток живых систем и биологически активных веществ.

Одним из способов реализации описанной концепции является использование растительных веществ и их компонентов для получения продуктов с заданными свойствами в управляемых реакциях – экстрактов, купажей обогащенных БАВ. Достижение задачи возможно благодаря уникальным свойствам и широкому биохимическому профилю растительного сырья, а также стремительно развивающимся техническим системам [4].

На территории Свердловской области произрастают различные виды растительного сырья разнообразные по своему биохимическому профилю и полезным свойствам пригодные для дальнейшей глубокой переработки с последующим получением из него продуктов пищевого назначения, а также биологически активных веществ [3; 7; 11].

Изучение группы растительных полисахаридов и содержащихся в них биологически активных веществ актуально в связи с его биосовместимостью, разлагаемостью, низким уровнем токсичности и отсутствием побочных эффектов, что делает такое сырье выгодным для использования в качестве ингредиента в составе функциональной продукции по сравнению с микробными и синтетическими полисахаридами [13; 14].

При использовании живых систем следует учитывать биосинтетические возможности, которые варьируется в зависимости от фазы вегетации, экологических условий и используемой части растения.

Целью данного исследования является анализ биохимического состава компонентов растительного сырья Урала.

Были определены объекты исследования, из растительного сырья Урала, корневища айра болотного (*Acori calami rhizomata*); листья березы повислой (*Betula pendula*); корни пиона уклоняющегося (*Paenonia anomala*); трава горца птичьего (*Polygonum aviculare*); цветки липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill); ягоды ирги (*Amelanchier*); хвоя сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

Биохимические кластеры вносящий наибольший вклад в содержание биологически активных веществ и функциональных ингредиентов местного растительного сырья [1; 2; 5; 6; 8; 9; 10; 12] приведены в таблице.

Рассматриваемые местные растения богаты биологически активными веществами иммуномодулирующего профиля, что говорит о возможности их комбинирования в составах рецептур и получения на их основе экстрактов для применения в купажах продуктов функционального назначения.

Представленные результаты исследований биохимического состава БАВ растений, широко распространенных в Свердловской области, показывает актуальность предлагаемого направления исследования и использования произрастающего сырья.

Полученные результаты могут способствовать дальнейшему рациональному использованию растительного сырья региона, в том числе вторичного и модифицированного для получения ценных ингредиентов и в технологии продуктов и напитков функциональной направленности.

Химический состав некоторого растительного сырья Свердловской области

Вещества	Аир болотный	Береза повислая	Пион уклоняющийся	Горец птичий	Липа сердцевидная	Ирга	Сосна обыкновенная
Витамины, мг/100 г							
А	5–20	5–15	–	0,1–5,0	5–15	50–200	100–300
Группа В	0,1–0,3	0,2–0,6	–	0,3–0,8	0,2–0,5	0,2–0,4	0,5–1
С	50–100	100–200	–	50–90	120–150	50–150	150–200
Группа Е	1–5	10–30	–	0–5	5–20	20–60	15–45
Минеральные вещества, мг/100 г							
Цинк	1–5	2–10	1–4	3–12	2–8	1–5	2–6
Селен	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Магний	50–150	100–300	80–200	150–400	120–350	80–200	150–300
Железо	5–20	10–40	5–25	20–80	15–60	5–20	10–30
Полисахариды, г/100 г							
Пищевые волокна	10–30	20–50	15–40	20–60	25–55	15–30	30–60
Пектин	–	0,5–1,5	–	1,0–3,0	1,5–4,0	3,0–8,0	–
Арабиногалактаны	–	0,5–2,0	–	–	0,5–1,5	–	1,0–3,0
Полифенолы, г/100 г							
Флавоноиды	0,05–0,20	0,05–0,20	0,20–0,80	1,00–4,00	0,80–2,50	2,00–5,00	0,50–1,50
Фенольные кислоты	0,1–0,3	0,3–1,0	0,2–0,7	0,5–1,5	0,4–1,2	0,3–0,9	0,2–0,8
Дубильные вещества	0,5–2,0	2,0–5,0	1,0–4,0	3,0–8,0	2,0–6,0	0,5–2,0	1,0–3,0
Каротиноиды	–	0,005–0,020	–	–	0,010–0,030	0,050–0,200	0,100–0,300
Терпеноиды	0,5–2,0	1,0–3,0	0,5–1,5	–	0,5–2,0	–	2,0–5,0
Аминокислоты, мг/100 г							
Аргинин	100–300	200–600	100–400	300–800	200–500	150–400	200–600
Глутамин	200–500	300–800	200–600	500–1200	300–700	200–500	300–900

Библиографический список

1. *Болдырева Е. А.* Компонентный состав кормовых растений и лишайников оленьих пастбищ Надымского района (Ямало-Ненецкий автономный округ) // Растительные ресурсы. – 2023. – Т. 59, № 1. – С. 54–64.
2. *Веселова Д. В.* Разработка ресурсосберегающей технологии липы сердцевидной цветков экстракта жидкого и лекарственных форм на его основе: дис. ... канд. фарм. наук: 14.04.01 / Веселова Дарья Валерьевна. – Пермь, 2020. – 187 с.
3. *Вовк Е. А., Бакайтис В. И., Позняковский В. М.* Химический состав растительного сырья как фактор формирования пищевой ценности и функциональной направленности специализированных напитков // АПК России. – 2021. – Т. 28, № 1. – С. 98–104.
4. *Воронкова И. П., Винокурова Н. В., Михайлова И. В. и др.* Оценка содержания микроэлементов и выраженности антиоксидантной активности лекарственных растений, содержащих фенольные соединения // Башкирский химический журнал. – 2024. – Т. 31, № 1. – С. 71–76.
5. *Кароматов И. Д., Тогбоев К. Т., Жамилов Н. А.* Аир болотонный перспективное лекарственное растение (обзор литературы) // Биология и интегративная медицина. – 2021. – № 1 (48). – С. 264–295.
6. *Кольман О. Я., Пушмина И. Н., Иванова Г. В.* Использование выжимок ирги в производстве обогащенных мучных кондитерских изделий // Торговля, сервис, индустрия питания. – 2021. – Т. 1, № 3. – С. 248–257.
7. *Мельникова Е. В., Беляков А. А., Величко Н. А.* Разработка рецептуры и технологии кекса с использованием ягод ирги // Ползуновский вестник. – 2023. – № 1. – С. 164–170.
8. *Панова Т. М., Буденкова Д. В., Деришева Ю. А., Белявина П. А.* Разработка технологии получения пивного напитка с использованием хвойной зелени ели и сосны Уральского региона // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф. (Екатеринбург, 5 февраля 2025 г.). – Екатеринбург: УГЛТУ, 2025. – С. 475–480.
9. *Серова В. Г., Салиева Д. В., Глоба С. А., Носачева Т. А.* Сравнительное фитохимическое исследование цветков липы сердцевидной // Актуальные проблемы науки, производства и химического образования: сб. материалов XI Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 16–18 ноября 2020 г.). – Астрахань: АГУ, 2021. – С. 43–44.
10. *Смирнова Т. И., Лопина Н. П., Бордина Г. Е., Некрасова Е. Г.* Влияние боратного комплекса на основе этилендиаминдиантарной кислоты на биохимический состав растений *Kalanchoe Pinnata* // Верхневолжский медицинский журнал. – 2020. – Т. 19, № 1. – С. 23–25.
11. *Соколова Е. Н., Шариков А. Ю., Серба Е. М.* Биотехнологическая модификация сушеного растительного сырья – инновационный способ получения натуральных пищевых ингредиентов // Аграрно-пищевые инновации. – 2025. – № 2 (30). – С. 61–69.

12. Танрибергенова М. М. Сравнительная характеристика биологически активных веществ различного происхождения на процессы прорастания семян двудольных и однодольных растений // Научный журнал молодых ученых. – 2019. – № 4 (17). – С. 6–11.

13. Meng Y., Lyu F., Xu X., Zhang L. Recent advances in chain conformation and bioactivities of triple-helix polysaccharides // Biomacromolecules. – 2020. – Vol. 21, no. 5. – P. 1653–1677.

14. Wainwright C. L., Teixeira M. M., Adelson D. L. et al. Future directions for the discovery of natural product-derived immunomodulating drugs: an IUPHAR positional review // Pharmacological research. – 2022. – Vol. 177. – Art. 106076.

С. А. Леонтьева, Я. Р. Клевакина

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Использование *Lactobacillus Acidophilus* в продуктах питания и медицине

Аннотация. Роль бактерий в организме человека огромна, а без некоторых нормальная работа органов не может осуществляться. Например, молочнокислые бактерии, которые обитают в кишечнике здорового человека, представляют собой группу грамположительных микроаэрофильных микроорганизмов, способствующих процессу брожения углеводов с последующим образованием молочной кислоты. Доказано, что множество полезных функций в организме выполняется именно бактериями. В частности, ацидофильная палочка, которая вырабатываемыми метаболитами способна подавлять рост патогенных и гнилостных бактерий. В статье рассмотрена возможность использования *Lactobacillus acidophilus* в продуктах питания и медицине.

Ключевые слова: *Lactobacillus acidophilus*; молочнокислые бактерии; ацидофильные продукты; пищевая ценность; пробиотические свойства.

Lactobacillus acidophilus успешно адаптируется к различным условиям окружающей среды, что позволяет успешно выживать и функционировать в различных условиях среды.

Бактерия *L. Acidophilus* обладает характерной морфологией, которая хорошо приспособлена к ее функционированию в кишечнике и других средах.

Некоторые штаммы *L. Acidophilus* обладают термofilными свойствами, то есть способностью расти при высоких температурах. Это свойство обусловлено особыми механизмами термостойкости, которые присущи всем видам лактобацилл: при повышении температуры происходит усиление деятельности шаперонов – белков, регулирующих стабильность рибосом бактерий в экстремальных условиях [2]. Это позволяет бактериям выживать и размножаться в процессе производства

молочных продуктов, таких как йогурты и кефир, где происходит тепловая обработка [1].

Оптимальная температура развития ацидофильной палочки составляет 37–38 °С, максимальная – 55 °С, минимальная – около 20 °С.

Клетки *L. Acidophilus* обладают типичной прокариотической структурой. Они имеют жесткую клеточную стенку, состоящую в основном из пептидогликана (муреина), что придает им форму и защищает от механических повреждений. Внутри стенки находится цитоплазма, содержащая генетический материал (ДНК), рибосомы, ферменты и другие органеллы.

У *L. Acidophilus* отсутствуют цитохромы (гемопroteины) и дыхательные ферменты, и в результате они не способны подвергаться какому-либо окислительному фосфорилированию или дыханию [7].

В целом структурные особенности *L. Acidophilus* определяют способность бактерии адаптироваться к различным условиям окружающей среды, взаимодействовать с другими микроорганизмами и организмом человека.

L. Acidophilus используют в составе заквасок для производства ацидофилина, ацидофильного молока и детских кисломолочных продуктов. Некоторые штаммы могут также обитать в растительных средах, таких как фрукты и овощи. *L. Acidophilus* может быть добавлена в некоторые пищевые продукты, такие как йогурты, кефир, сыры, а также соки, напитки, злаковые батончики, для придания им пробиотических свойств и улучшения их пищевой ценности.

Ацидофильная палочка обитает в желудочно-кишечном тракте детей, восстанавливая слизистую кишечника, усиливает всасывание жирных кислот, повышает усвоение минеральных элементов, что необходимо для развития костной ткани.

Ацидофилин – однородная, в меру вязкая жидкость молочно-белого цвета. Его особенность состоит в том, что для сквашивания используются штаммы ацидофильной палочки, кефирных грибков и молочно-кислых стрептококков, которые усиливают действие друг друга. Это обуславливает богатый минерально-витаминный состав готового продукта, состоящий из кальция, калия, фосфора и других минералов, а также витаминов А, С и группы В. А за счет низкой калорийности (без сахара или вкусовых добавок может достигать 39–59 ккал на 100 г) считает диетическим напитком.

Ацидофилин вырабатывают термостатным и резервуарным способами, сквашивают пастеризованное молоко при 30–35 °С в течение 6–8 ч до кислотности сгустка 85 °Т. Затем готовый сгусток охлаждают до 10–17 °С и выдерживают не менее 6 ч для развития дрожжей,

образования спирта и диоксида углерода. Продукт отправляют в холодильную камеру с температурой 6–8 °С, где он хранится до реализации [5].

Ацидофилин, хоть и не является лекарственным средством, полностью усваивается и способен подавлять развитие некоторых болезней за счет нормализации микрофлоры в кишечнике при регулярном употреблении. *L. Acidophilus* способна выживать в кислых средах (рН 4 и меньше), что позволяет сохранить жизнеспособность, проходя через желудок. Ацидофильная палочка является гомоферментативной и при сбраживании сахаров продуцирует молочную кислоту, которая является неблагоприятной средой для размножения патогенной и условно-патогенной микрофлоры [6].

Под воздействием антибиотиков нарушается баланс микрофлоры в кишечнике, что способствует размножению патогенной микрофлоры, такой как стафилококки и патогенные грибки. Это увеличивает риск развития грибковых инфекций, кишечных расстройств и сепсиса, вызванных стафилококками [3]. Для предотвращения этих проблем рекомендуется одновременно с приемом антибиотиков принимать культуру *L. Acidophilus*, которая устойчива к действию антибиотиков, например, в составе лекарств, предназначенных для лечения дисбактериоза разной природы, а также некоторых БАДов (см. таблицу).

Препараты, содержащие штаммы *Lactobacillus acidophilus*

Лекарственный препарат/БАД	Штамм <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Форма выпуска
Ацилакт	NK ₁ , 100 _{аш} и КЗШ ₂₄	Таблетки; суппозитории (свечи) вагинальные; порошок («Ацилакт сухой»)
Бак-Сет Форте	PXN35	Капсулы
Бифиформ Комплекс	LA-5	Капсулы с кишечнорастворимым покрытием
Витафлор	Д № 75 и Д № 76	Лингвальные (под язык) таблетки для рассасывания; порошок-лиофилизат (для инъекций) во флаконах; порошок для приготовления БАД к пище
Линекс	—	Капсулы с кишечнорастворимым покрытием

Благодаря быстрому росту и высокой адаптивности к разным условиям *L. acidophilus* успешно конкурирует с другими микроорганизмами.

Это делает ее незаменимым компонентом кишечной микрофлоры и обеспечивает широкое использование в производстве пробиотиков, а также в медицине для поддержания здоровья ЖКТ и профилактики болезней. С рождения и на протяжении всей жизни человека эта бактерия участвует в защите организма от патогенных и условно-патогенных видов, а также стабилизирует микробный баланс при регулярном употреблении ферментированных продуктов [4].

Изучение *L. acidophilus* важно для науки, так как оно расширяет представления о микробиологии, пробиотиках и их влиянии на здоровье и экологию. Практическая ценность исследований заключается в создании новых технологий, продуктов и лечебных методик, способных улучшить качество жизни людей и состояние окружающей среды. Перспективные направления включают разработку биотехнологических методов оптимизации культивации, геномной модификации и систем доставки пробиотических препаратов на основе этой бактерии.

Библиографический список

1. Богданов М. Говорят ли мембраны белкам, как свернуться: от конформационной свободы до белковой демократии? // III объединенный научный форум физиологов, биохимиков и молекулярных биологов: материалы VII съезда биохимиков России; X российского симпозиума «Белки и пептиды»; VII съезда физиологов СНГ (Сочи, Дагомыс, 3–8 октября 2021 г.): в 2 т. – М.: Перо, 2021. – Т. 2. – С. 51.
2. Горшалева Н. М., Анишкина М. В. Исследование взаимодействия микроорганизмов *Acetobacter aceti*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* и *Saccharomyces cerevisiae* в совместной культуре // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 195. – С. 12–23.
3. Зобкова З. С. И снова об ацидофиле // Молочная промышленность. – 2021. – № 10. – С. 52–53.
4. Кастирных М. С., Кузьмина В. А., Пучкова Ю. С. Товароведение и экспертиза пищевых жиров, молока и молочных продуктов: учеб. для бакалавров. – М.: ИТК «Дашков и К», 2018. – 328 с.
5. Осипова М. М., Калиевский А. П., Чепуштанова О. В. Химический состав и свойства ацидофилина // Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса России: сб. тез., подгот. в рамках круглого стола (Екатеринбург, 15 ноября 2022 г.): в 2 т. – Екатеринбург: УрГАУ, 2022. – Т. 2. – С. 236–237.
6. Татарникова А. И. Анализ заквасочной микрофлоры различной кисломолочной продукции // Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: сб. тр. науч.-практ. конф. науч. общества студентов и аспирантов биолого-технол. факультета (Новосибирск, 14–18 декабря 2020 г.). – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. – С. 198–200.

7. *Хиробуми И., Сасуга Я.* Комбинированное воздействие сублингвальной иммунотерапии и экстракта соевого молока, ферментированного ацидофильными лактобактериями, на симптомы поллиноза, вызываемого пылью кедрового дерева // Вопросы питания. – 2025. – Т. 94, № 1 (557). – С. 131–140.

А. П. Неустроев, Р. Т. Тимакова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Формирование пищевой матрицы шоколадных изделий с нетрадиционным ореховым сыром

Аннотация. Цель работы – оценка качества шоколадных изделий с заменой в пищевой матрице какао-масла на нетрадиционное масляное сырье – масло кедровых орехов. Разработана технология получения шоколадной массы с добавлением кедрового масла. Проведена оценка органолептических показателей согласно требованиям ГОСТ. В результате разработки технологии шоколадной массы с частичной заменой кедрового масла установлено, что цвет изменяется к светло-коричневому, что привлекает потребителя.

Ключевые слова: масло кедровых орехов; какао-масло; шоколадная масса; технология; импортозамещение.

Современные тенденции в пищевой промышленности акцентируют внимание на разработке продуктов здорового питания с улучшенными функциональными свойствами. Одним из перспективных направлений является использование нетрадиционного орехового сырья при формировании пищевой матрицы шоколадных изделий.

Авторы исследовали замену части какао-продуктов на измельченные кешью и пекан. Установлено, что введение до 15 % ореховой массы улучшает пластичность шоколадной массы и придает продукту оригинальный вкусовой профиль без ухудшения текучести [4].

Разработана рецептура батончиков с 20–25 % содержанием фундука и 5–10 % макадамии. Показано, что такая комбинация повышает содержание моно и полиненасыщенных жирных кислот, а также витамина Е [1].

Установлено, что умеренная обжарка кедрового ореха при 120 °С в течение 10 мин увеличивает содержание фенольных соединений в готовом изделии на 18–22 %, что коррелирует с повышением общей антиоксидантной активности [3].

Введение 3–5 % порошка скорлупы грецкого ореха обогащает продукт пищевыми волокнами и минеральными веществами, при этом ухудшает текучесть глазури благодаря оптимальной дисперсности частиц (50–70 мкм) [5].

Показано, что замена до 30 % какао – масла на масло бразильского ореха не нарушает процесс кристаллизации β -формы какао-масла, а также продлевает срок хранения за счет высокого содержания токотриенолов [2].

Введение муки тигрового ореха до 8 % улучшает кремоватость молочного шоколада и снижает его калорийность на 12 % за счет замены части сахара и молочного порошка. Сенсорная оценка подтвердила приемлемость продукта потребителями [6].

Комбинация кешью и фисташкового масла в соотношении 1:1 в темном шоколаде повышает биодоступность флавоноидов на 25 % и замедляет скорость переваривания углеводов, что потенциально снижает гликемический индекс [7].

Цель работы – разработка и оценка качества шоколадного корпуса с добавлением орехового сырья.

Объекты исследований: контрольный образец шоколадного корпуса по традиционной рецептуре и опытный образец с добавлением кедрового масла.

За основу взята технология шоколадной массы без растворения сахарной пудры в воде. Сахар-песок измельчают на мельнице до состояния сахарной пудры. Какао тертое и какао-масло раздробленное до средней фракции смешивали, нагревают в емкости при температуре 50 °С до получения однородной консистенции, дозируют сахарную пудру. Уменьшают температуру до 48 °С смесь выдерживают при данной температуре в течении 5 мин. Охлаждают смесь до температуры 27 °С. После чего нагревают шоколадную смесь до температуры 30 °С. Разливают полученную смесь в поликарбонатные формы. Выдерживают при комнатной температуре 6 ч. Готовые шоколадные корпуса вынимают из форм по истечении времени для дальнейшего наполнения начинкой.

Следующая модель технологии получения шоколадного корпуса с добавлением кедрового масла. Сахар-песок измельчали на мельнице до состояния сахарной пудры. Какао тертое и какао-масло раздробленное до средней фракции смешивали, нагревали в емкости при температуре 50 °С до получения однородной консистенции. Сахарную пудру растворяли в воде и уваривали до состояния сахарного сиропа. Полученный сахарный сироп вводили в растопленную смесь какао тертого и какао масла, смешивали силиконовой лопаткой и вводили кедровое масло в разных концентрациях. Уменьшали температуру до 48 °С смесь выдерживали при данной температуре в течение 5 мин. Охлаждали смесь до температуры 27 °С. После чего нагревали шоколадную смесь до температуры 30 °С. Разливали полученную смесь в поликарбонатные

формы. Выдерживали при комнатной температуре 6 ч. Готовые шоколадные корпуса вынимали из форм по истечении времени для дальнейшего наполнения начинкой.

Проведена оценка органолептических показателей контрольного и опытного образцов согласно требованиям ГОСТ 31721-2012 (см. рисунок). В результате разработки технологии шоколадной массы с частичной заменой кедрового масла установлено, что цвет изменяется к светло-коричневому, что привлекает потребителя.

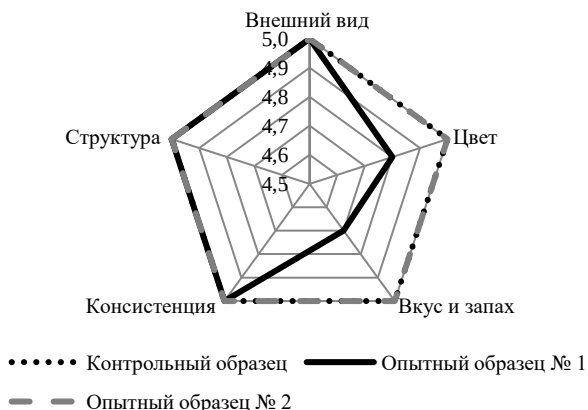


Диаграмма оценки органолептических показателей контрольного и опытных образцов.

В результате органолептической оценки выявлено, что в опытном образце №1 изменяется цвет, вкус и запах по сравнению с опытным образцом №2, что ухудшает качество. В опытном образце №2 меняется оттенок цвета от темного к светло-коричневому, добавляются нотки вкуса и запаха кедрового масла, что является приемлемым для потребителя.

При частичной замене какао-масла на кедровое масло происходит снижение себестоимости шоколадной массы.

Библиографический список

1. Иванова Л. К., Михеева И. В., Чернышова Е. В. Функциональные шоколадные батончики с добавлением фундука и макадамии: оптимизация рецептуры методом симплекс-решетчатого планирования // Вестник ВГУИТ. – 2023. – Т. 85, № 2. – С. 112–119.
2. Кузнецова М. А., Белов А. Г. Замена какао-масла на масло бразильского ореха в темном шоколаде: влияние на кристаллизацию и стабильность при хранении // Масложировая промышленность. – 2023. – № 5. – С. 30–34.

3. Петрова А. С., Козлов Д. В. Влияние термообработки кедрового ореха на антиоксидантную активность шоколадных конфет // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 3. – С. 78–84.

4. Попова Н. В., Смирнова Е. А. Использование кешью и пекана в производстве шоколадных плиток: влияние на реологические свойства и органолептические показатели // Пищевая промышленность. – 2022. – № 4. – С. 45–48.

5. Сидоров В. Н., Петрова А. А., Иванов С. В. Шоколадные глазури с добавлением порошка из скорлупы грецкого ореха: структурно-механические свойства и пищевая ценность // Кондитерское производство. – 2024. – № 1. – С. 22–26.

6. Garcia L., Collado M. C., Pérez-Martínez G., Selma-Royo M. Influence of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) flour on the rheology and sensory properties of milk chocolate // Journal of Food Science. – 2022. – Vol. 87, no. 6. – P. 2450–2459.

7. Kim S., Patel R. Blended nut butters (cashew-pistachio) as functional ingredients in dark chocolate: impact on polyphenol retention and in vitro digestion // Food Chemistry. – 2023. – Vol. 405. – Art. 134987.

Г. Б. Пищиков, Т. П. Новик

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Природные адаптогены: женьшень, элеутерококк и перуанская мака

Аннотация. В статье приведен подробный обзор трех известных природных адаптогенов: женьшеня (*Panax ginseng*), элеутерококка колючего (*Eleuterococcus senticosus*) и перуанской маки (*Lepidium meyenii*). Дается определение природным экстрактам как концентрированным источникам биологически активных веществ. Подробно рассматривается каждый из трех адаптогенов, его ботаническое описание и происхождение, химический состав с выделением ключевых действующих веществ, а также механизмы их влияния на организм человека. Особое внимание уделяется сравнению принципов действия растений.

Ключевые слова: природный экстракт; женьшень; элеутерококк; перуанская мака; адаптоген; гензенозид; элеутерозид; макамид.

Природные экстракты – это вытяжки из природного материала – растений, продуктов животноводства или минералов. Благодаря процессу экстракции. В них сохраняются и усиливаются ценные свойства исходного материала, что делает их важным инструментом в медицине, косметологии и здоровом питании.

Среди всего многообразия природных средств особое место занимают адаптогены – вещества, которые помогают организму приспосабливаться к стрессу, повышают выносливость и восстанавливают силы.

Тремя ярчайшими представителями этого класса являются женьшень, элеутерококк и перуанская мака. Несмотря на схожесть общего действия, каждый из них уникален по своему составу и механизму влияния на организм [1].

Женьшень (лат. *Panax*) – «Корень жизни». Относится к роду травянистых растений семейства Аралиевых. Его название на латинском языке *Panax* происходит от греческого слова «панацея», что означает «всеисцеляющий». В китайской культуре его называют «человек-корень» (жень-шень) из-за удивительного сходства формы корня с человеческой фигурой.

Наиболее известным и изученным видом является женьшень настоящий (азиатский) – *Panax ginseng*. Также в медицине используется его американский родственник – женьшень пятилистный (*Panax quinquefolius*). В дикой природе это растение встречается крайне редко и занесено в Красную книгу. Естественный ареал охватывает Дальний Восток России (Приморский и Хабаровский край), Китай, Корею и частично Японию [2].

Главная ценность женьшеня кроется в его корне, который содержит сложный комплекс соединений:

Гензенозиды (панаксозиды): это сапониты, уникальные для этого растения. Они являются основными действующими веществами, влияющими на нервную, сердечно-сосудистую и эндокринную системы.

Полиацетилены: органические соединения, обладающие противовоспалительным и антибактериальным действием.

Нутриенты: корень богат витаминами (группы В, С, Е, Н), минералами (фосфор, кальций, калий, цинк, железо), пептидами, полисахаридами, эфирными маслами и смолами. Белковые вещества составляют до 18 % от массы корня.

Женьшень действует как мягкий, но активный регулятор, настраивающий организм на эффективную работу. В отличие от стимуляторов вроде кофеина, он не маскирует усталость, а устраняет ее причину на клеточном уровне [2].

Женьшень оптимизирует клеточное дыхание и повышает эффективность работы митохондрий. Это позволяет организму экономнее расходовать ресурсы при физических и умственных нагрузках, что подтверждено исследованиями в области спортивной медицины.

Гензенозиды (особенно *Rb1*) защищают нейроны от повреждений, улучшают мозговое кровообращение и стимулируют рост нервных отростков. Они усиливают процессы возбуждения в коре головного мозга, являясь синергистом кофеина и антагонистами алкоголя. Результатом является улучшение памяти, концентрации и скорости реакции.

Женьшень модулирует иммунный ответ: он способен активировать защитные клетки (макрофаги и NK-киллеры) для борьбы с инфекциями, а при хронических воспалениях – мягко подавлять избыточную реакцию.

Элеутерококк колючий (*Eleuterococcus senticosus*) – «Сибирский женьшень». Элеутерококк колючий – кустарник из того же семейства Аралиевых, что и женьшень. Он широко распространен на Дальнем Востоке, в Приморье, на Сахалине, а также в Корее, Японии и Северо-Восточном Китае. В России история его активного применения началось в 1965 г. с выпуском жидкого экстракта, рекомендованного как стимулирующее средство [4].

Секрет элеутерококка – в синергии уникальных соединений, которые не встречаются у азиатского женьшеня. Главную роль играют элеутерозиды (лигнанные гликозиды):

Элеутерозид В (сирингин): наиболее изученный компонент, отвечающий за адаптогенный и тонизирующий эффект.

Элеутерозиды D и E: влияют на гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую систему – главный центр управления стрессом в организме.

Фенольные соединения и полисахариды: обеспечивают противовоспалительную защиту и активируют неспецифический иммунитет.

Если женьшень – это «корректор», то элеутерококк можно назвать «тренером». Он не дает энергию напрямую, а учит организм эффективно вырабатывать ее самостоятельно и противостоять нагрузкам.

Элеутерококк мягко регулирует выработку кортизола, помогая экономнее расходовать этот гормон и быстрее восстанавливаться после стресса. Это снижает утомляемость и повышает работоспособность в режиме многозадачности [4].

Активные вещества способствуют эффективному использованию АТФ и снижают уровень молочной кислоты в мышцах, отдаляя чувство усталости при физической работе.

Элеутерококк является одним из самых сильных растительных иммуномодуляторов. Он усиливает фагоцитоз (поглощение патогенов) и активность натуральных киллеров, что делает его идеальным средством для профилактики ОРВИ в холодное время года.

В отличие от женьшеня, элеутерококк редко вызывает перевозбуждение. Он улучшает аэробную производительность – организм учится эффективнее усваивать кислород. Что сохраняет ясность ума при длительных нагрузках.

Перуанская мака (*Lepidium meyenii*). Перуанская мака, или Клоповник Мейена – это съедобное двулетнее растение семейства Капустные. Оно произрастает в экстремальных условиях высокогорных плато Анд (Боливия, Перу, Аргентина) на высоте 3500–4500 м. Резкие перепады

температур, интенсивное солнце и сильные ветра сделали маку уникальным растением с богатейшим составом [3].

Корнеклубни маки различаются по цвету, что определяет их свойства.

Желтая мака является самой распространенной (около 60 % урожая), универсальная, подходит для повышения общего тонуса.

Красная мака – более редкая (25 %) и сладкая, содержит максимум фитохимических веществ.

Черная мака является самой редкой (15 %). Исследования показывают, что она наиболее эффективная для наращивания мышечной массы, повышения выносливости и улучшения памяти [5].

Мака – это не просто адаптоген, а полноценный питательный продукт. В ее сухом веществе содержится до 11–18 % белка (включая все 9 незаменимых аминокислот), 60 % углеводов, клетчатка, а также железо, кальций, йод и медь. Но главную ценность представляют уникальные соединения:

1) макамиды и макаены: это уникальные амиды жирных кислот, которые образуются в процессе сушки свежего корня. Они мягко взаимодействуют с эндоканнабиноидной системой организма, регулируя настроение, аппетит и восприятие боли. Именно они дают тот самый тонизирующий эффект без резкой стимуляции. Считается, что мака также мягко поддерживает выработку серотонина и дофамина;

2) глюкозинолаты (глюкотропеолин): при переработке они превращаются в изотиоцианаты, которые поддерживают процессы детоксикации организма и обладают антиоксидантным действием;

3) полноценный белок и минералы: высокое содержание железа борется с анемией и усталостью, цинк и селен поддерживают иммунитет и репродуктивную функцию, а магний и витамины группы В критически важны для энергетического обмена.

Перуанскую маку можно назвать «строителем и регулятором». Она не столько стимулирует, сколько предоставляет организму весь необходимый «строительный материал» и мягко настраивает эндокринную систему.

Тонизирующий и энергетический эффект обеспечивается комплексом макамидов (регуляция нервной системы), железом (насыщение крови кислородом) и витаминами группы В (клеточный энергообмен).

Мака известна как природный гормональный балансир. Она не содержит гормонов, но благодаря стеринам и глюкозинолатам способна мягко оптимизировать работу гипоталамо-гипофизарной системы.

Повышает устойчивость к стрессу, улучшает настроение и помогает организму адаптироваться к высоким физическим и эмоциональным нагрузкам, не являясь стимулятором нервной системы.

В сравнении свойств этих трех растений можно выделить то, что женьшень является «корректором», т.к. он активно вмешивается в физиологию, поднимая системы организма на новый уровень. Работает как мягкий стимулятор. Тогда как Элеутерококк – это «тренер», который тренирует организм самостоятельно и эффективно производить энергию и противостоять стрессу. Совершенно иная функция предоставлена перуанской маке. Ее можно назвать «строителем и регулятором», потому что насыщает тело нутриентами и мягко налаживает эндокринный баланс, устраняя саму причину упадка сил.

Библиографический список

1. Байжуманов А. А., Паришина Е. Ю., Юсупович А. И. и др. Антиоксидантный и антиферроптозный потенциал некоторых природных экстрактов // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Серия «Естественные науки». – 2025. – № 4 (121). – С. 113–133.
2. Журавлев Ю. Н., Томских А. А., Горпенченко Т. Ю. История и перспективы генетических исследований женьшеня на Дальнем Востоке России // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2022. – № 4 (224). – С. 101–116.
3. Лизунков В. В., Восканян О. С. Использование корня перуанской маки в производстве продуктов питания специализированного назначения // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XXIV Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 6 февраля 2025 г.). – Барнаул: АлтГТУ, 2025. – С. 76–79.
4. Рязанова Т. К., Куркин В. А. Разработка методики анализа суммы фенилпропаноидов в корневищах и корнях элеутерококка колючего // Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения: сб. материалов IX Междунар. науч. конф. молодых ученых (Москва, 16–17 декабря 2021 г.). – М.: ВИЛАР, 2021. – С. 258–265.
5. Da Silva Leitão Peres N., Cabrera Parra Bortoluzzi L., Medeiros Marques L. L. Medicinal effects of Peruvian maca (*Lepidium meyenii*): a review // Food & Function. – 2020. – Vol. 11 (1). – P. 83–92.

Сравнительный анализ вакуумных фильтрационных установок для сбора фитомассы цианобактерий: оценка безопасности для пищевой промышленности

Аннотация. В работе проведена сравнительная оценка двух вакуумных фильтрационных установок для лабораторного сбора фитомассы цианобактерии *Limnospira fusiformis* (спиреулины). Приведены выводы о возможностях использования установок для получения микробиологически безопасной фитомассы. Классическая установка с воронкой Бюхнера и колбой Бунзена подвержена контаминации, приводит к неравномерному осаждению биомассы и частому разрыву бумажного фильтра. Альтернативная установка с впаянным стеклянным фильтром и герметичной крышкой обеспечивает стерильность процесса, равномерное распределение биомассы по всей площади фильтрации и исключает риск разрушения фильтра.

Ключевые слова: *Limnospira fusiformis*; спироулина; вакуумная фильтрация; стерильность; воронка Бюхнера; стеклянный фильтр; фитомасса; пищевая безопасность.

Процесс отделения цианобактерий от культуральной жидкости является ключевым этапом в биотехнологических процессах, направленных на получение фитомассы, и соответствующей продуктовой линейки. Данный этап имеет решающее значение для концентрирования цианобактерий, и способствует повышению эффективности экстракции биологически активных веществ, а также оптимизации затрат на последующие стадии очистки [1].

Лабораторная фильтрация обеспечивает сгущение суспензии и первичную очистку фитомассы от большей части растворенных примесей из питательной среды. Данный процесс важен для дальнейшей сушки, хранения или использования в производстве функциональных продуктов питания и биологически активных добавок [4]. Выбор метода отделения фитомассы от культуральной жидкости напрямую влияет на сохранение жизнеспособности, структуры клеток, а также на микробиологическую безопасность и стерильность получаемой фитомассы, особенно в условиях, ориентированных на пищевую промышленность.

Фильтрация является одним из наиболее простых и эффективных методов сбора цианобактерий, что подтверждается благоприятным соотношением времени, затраченного на процесс фильтрации, к количеству получаемой биомассы.

Объектом исследования в эксперименте является нитчатая цианобактерия *Limnospira fusiformis*, характеризующаяся выраженной нитевидной морфологией, относительно крупными клетками и высокой устойчивостью к механическим воздействиям [2].

Для отделения спиролины использовались две одинаковые по принципу действия вакуумные фильтрационные установки (ФУ), представленные на рис. 1.

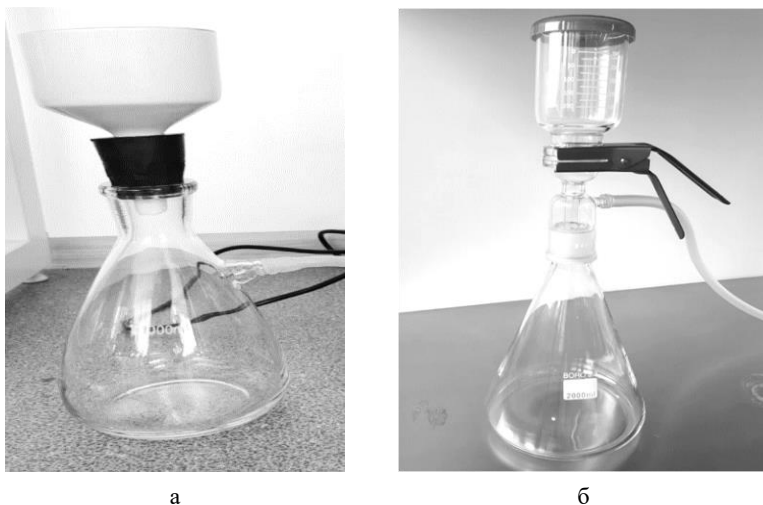


Рис. 1. Фильтрационные установки:
а – с воронкой Бюхнера; б – с впаянным стеклянным фильтром

Фильтрационная установка, состоящая из воронки Бюхнера и колбы Бунзена, является классическим прибором для фильтрации веществ в химических экспериментах [3]. Однако для микробиологических исследований, в том числе для сбора фитомассы, такая установка обладает рядом недостатков. Во-первых, установка подвержена контаминации из-за отсутствия крышки, предотвращающей попадание пыли и микроорганизмов. Во-вторых, фильтрующая поверхность воронки перфорирована, вследствие чего осаждение биомассы происходит преимущественно в области отверстий, что препятствует равномерному распределению биомассы по всей площади фильтра (рис. 2). В-третьих, из указанной особенности вытекает следующий недостаток: в местах локального скопления биомассы часто происходит разрыв бумажного фильтра, что ведет к большим потерям фитомассы.



Рис. 2. Воронка Бюхнера с фитомассой *Limnospira fusiformis*

Альтернативой является установка с впаянным стеклянным фильтром (см. рис. 1б), детально показанная на рис. 3¹.



Рис. 3. Фильтрующий элемента с впаянным стеклянным фильтром

Принципиальное отличие данной конструкции заключается в наличии герметичной крышки на воронке, что позволяет осуществ-

¹ Устройство для фильтрации: техническое описание // Аквилон. – URL: https://www.akvilon.su/storage/files/static_pages_file/ru/4/4550/ustroistvo_dlya_filtracii.pdf (дата обращения: 08.03.2026).

лять фильтрацию в стерильных условиях и минимизировать риск попадания пыли и микроорганизмов. Кроме того, фильтрующий элемент представляет собой сплошную плоскую пористую стеклянную пластину, на которую помещается бумажный фильтр. Благодаря отсутствию крупных перфорационных отверстий биомасса *Limnospira fusiformis* осаждается равномерно по всей площади фильтра (рис. 4), что увеличивает эффективную площадь фильтрации по сравнению с воронкой Бюхнера.



Рис. 4. Фильтр с *Limnospira fusiformis*

Поскольку фильтрующая поверхность является плоской и не имеет крупных отверстий для фильтрации, отсутствует вероятность разрыва фильтра в процессе фильтрации.

Таким образом, установка с впаянным стеклянным фильтром является более предпочтительной для сбора фитомассы *Limnospira fusiformis* в микробиологических исследованиях, ориентированных на пищевую промышленность. Ее преимущества включают: возможность стерильной фильтрации благодаря герметичной крышке, равномерное осаждение биомассы по всей площади фильтра, а также отсутствие риска механического разрыва фильтровального материала. Эти характеристики обеспечивают высокую микробиологическую безопасность и минимизацию потерь целевого продукта.

Библиографический список

1. Горбунова С. Ю., Боровков А. Б. Анализ и апробация методов отделения микроводорослей от культуральной среды, применимых для *Porphyridium purpureum* // Ученые записки Казанского университета. Серия «Естественные науки». – 2025. – Т. 167, № 2. – С. 312–335.
2. Молибога Е. А., Баженова О. П. Современный подход к поиску альтернативных источников сырья из возобновляемых водных биоресурсов для производства функциональных продуктов питания: монография. – Омск: Омский ГАУ, 2024. – 72 с.
3. *Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: учеб. пособие для вузов* / Н. Н. Артемьева, В. Л. Белобородов, С. Э. Зурабян, А. А. Кост. – М.: Дрофа, 2002. – 384 с.
4. Morales-Jiménez M., Yáñez-Fernández J., Castro-Muñoz R., Barragán-Huerta B. E. Recovery of high added value compounds from microalgae cultivation using membrane technology // Membrane separation of food bioactive ingredients. Food Bioactive Ingredients. – New-York: Springer, 2022. – P. 309–343.

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

Е. И. Русанова

Омский государственный технический университет, г. Омск

Количественное определение белка в мицелии гриба *Pleurotus ostreatus* биуретовым методом

Аннотация. В статье представлены результаты определения содержания белка в мицелии вешенки (*Pleurotus ostreatus*), выращенном на сусло-агаре с добавлением пептона и глюкозы. Культивирование осуществляли в течение 14 сут при температуре 28 °С. Количественное определение белка проводили биуретовым методом. Градуировочный график строили по стандартным растворам альбумина. Оптическая плотность исследуемого образца составила 0,070, что соответствует концентрации белка 0,26 мг/мл в кювете. С учетом разведений содержание белка в сыром мицелии достигло 2,08 %, а в пересчете на сухое вещество (при влажности 85–90 %) – 14–20 %, что согласуется с литературными данными. Полученные результаты подтверждают эффективность биуретового метода для анализа грибного мицелия и перспективность использования вешенки как источника микопroteина.

Ключевые слова: микробный белок; микопroteин; *Pleurotus ostreatus*; биуретовый метод; массовая доля белка; градуировочный график.

Современная глобальная система производства продуктов питания, и в первую очередь животноводческий сектор, вносит определяющий вклад в дестабилизацию планетарных систем (усугубление парникового эффекта, сокращение биоразнообразия, перенасыщение экосистем

соединениями азота и фосфора). При этом отрасль обеспечивает не более четверти всего белка, потребляемого человечеством. Прогнозируемый рост потребности в продукции создает риск того, что антропогенное давление на биосферу превысит критические значения.

В связи с этим научное сообщество видит решение в преобразовании производственной модели. Только перехода на растительное питание здесь недостаточно. Требуется внедрение нетрадиционных протеиновых ресурсов. К числу наиболее многообещающих направлений относится получение белка из микроорганизмов (микробного белка). Речь идет о биомассе бактерий, грибов, дрожжей или микроводорослей, концентрация протеина в которой колеблется от 30 до 80 % [5].

Особого внимания заслуживает микопроtein – цельный грибной белок, продуцируемый из мицелиальной биомассы. Его высокая пищевая ценность позволяет создавать заменители мяса. Белковые продукты грибного происхождения набирают популярность благодаря минимальному углеродному следу и значительному потенциалу устойчивости производства по сравнению с классическими животными аналогами [4; 6].

Микопроtein характеризуется полноценным аминокислотным профилем, включающим весь спектр незаменимых аминокислот, что делает его пригодным как для питания людей, так и для использования в кормовой базе [3].

Исходя из этого, на кафедре «Биотехнологии, технологии общественного питания и товароведения» ОмГТУ реализуется исследовательский проект, нацеленный на подбор экономически выгодных и эффективных компонентов питательной среды для выращивания гриба *Pleurotus ostreatus*. Ключевая цель работы – определение оптимального состава субстрата, который обеспечит максимальное накопление белка в грибной биомассе, ускорение ростовых процессов и увеличение итогового выхода продукции [2].

Объектом исследования служил сырой мицелий гриба вешенки (*Pl. ostreatus*), выращенный на сусло-агаре с добавлением 0,1 г пептона на 100 мл среды и 1 г глюкозы. Культивирование осуществляли на чашках Петри в течение 14 сут при температуре 26 °C и постоянной вентиляции. Для анализа использовали навеску мицелия массой 1,0 г.

Биуретовый метод основан на способности пептидных связей белков образовывать с ионами меди (II) в щелочной среде окрашенный комплекс фиолетово-синего цвета. Интенсивность окраски пропорциональна количеству пептидных связей и, соответственно, концентрации белка в растворе. Метод получил свое название от соединения биурета ($\text{NH}_2\text{-CO-NH-CO-NH}_2$), который дает аналогичную цветную реакцию. Достоинством биуретового метода является его специфичность к бел-

кам и относительная независимость от аминокислотного состава. Основным недостатком же является низкая чувствительность метода, обусловленная требованием к высокой концентрации белка в образце (1–10 мг/мл), что существенно ограничивает его применение при низком содержании белка [1].

Пробоподготовку осуществляли с учетом необходимости удаления небелковых компонентов, способных влиять на результаты колориметрического определения.

Для построения градуировочного графика готовили серию стандартных растворов бычьего сывороточного альбумина (БСА) с концентрациями 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0. В пробирки вносили по 1 мл каждого стандартного раствора, добавляли 4 мл биуретового реактива и дистиллированную воду до конечного объема 8 мл. Аналогично готовили опытные пробы: к 1 мл исследуемого раствора мицеллия (после растворения осадка в NaOH) прибавляли 4 мл биуретового реактива и воду до 8 мл. В качестве контроля использовали пробу, содержащую 1 мл дистиллированной воды, 4 мл биуретового реактива и воду до 8 мл. Все пробы выдерживали при комнатной температуре в течение 30 мин для полного развития окраски, после чего измеряли оптическую плотность при длине волны 540 нм в кювете с толщиной поглощающего слоя 1 см. Измерения проводили относительно контрольной пробы (рис. 1).

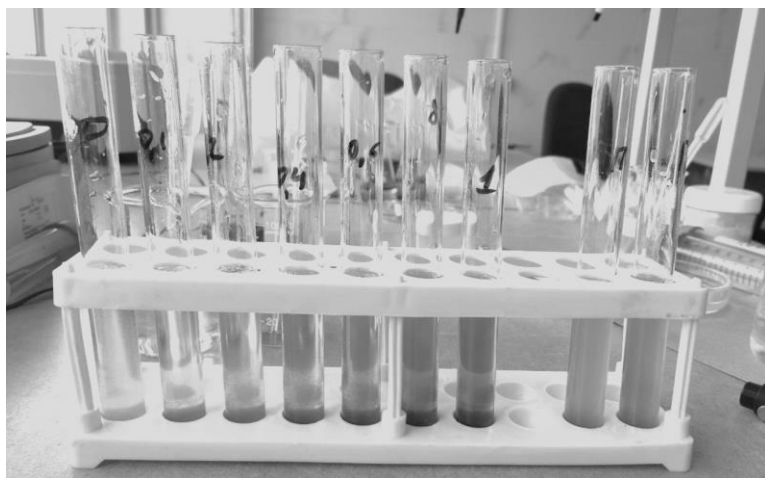


Рис. 1. Биуретовая реакция: градуировочные растворы бычьего сывороточного альбумина (БСА) с концентрацией 0,0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0 мг/мл и два исследуемых образца микропротеина (слева направо)

По результатам измерений стандартных растворов была получена калибровочная зависимость оптической плотности от концентрации белка (см. таблицу).

**Зависимость оптической плотности от концентрации белка
в стандартных растворах альбумина**

Концентрация белка, мг/мл	Оптическая плотность, е.о.п.
0,2	0,045
0,4	0,130
0,6	0,215
0,8	0,300
1,0	0,385

Используя калибровочную зависимость оптической плотности от концентрации белка (см. таблицу и рис. 2), графическим методом по значению ОП=0,070 была найдена концентрация белка в исследуемом образце, которая составила 0,26 мг/мл. Значение находится в линейном диапазоне калибровочной кривой между стандартами 0,2 и 0,4 мг/мл.

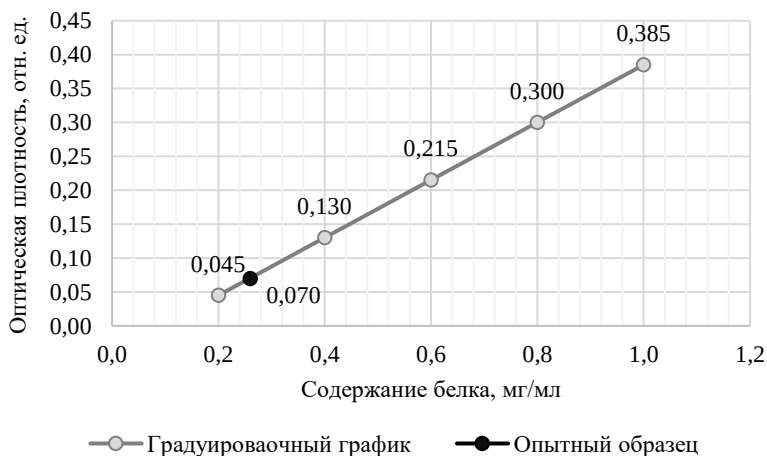


Рис. 2. Градуировочный график для определения белка биуретовым методом с нанесенной точкой исследуемого образца мицелля вешенки

Пересчет содержания белка в исходном образце проводили с учетом всех разведений. Концентрация белка в исходном растворе мицелля объемом 10 мл была рассчитана исходя из того, что для анализа отбирали 1 мл этого раствора и доводили до 8 мл. С учетом данного разведения концентрация белка в исходном растворе составила 2,08 мг/мл.

Таким образом, общее количество белка во всей навеске мицелия массой 1 г достигло 20,8 мг, что соответствует содержанию белка 2,08 % от сухой массы.

Принимая во внимание высокую влажность мицелия и предполагая ее значение в пределах 85–90 %, пересчет на сухое вещество дает содержание белка на уровне 14–20 %. Полученные значения хорошо согласуются с литературными данными для мицелия базидиальных грибов, культивируемых на аналогичных питательных средах.

Проведенная работа подтвердила перспективность использования мицелия вешенки (*Pleurotus ostreatus*) в качестве источника микопroteина. Содержание белка в выращенной биомассе (14–20 % в пересчете на сухое вещество) свидетельствует о высокой пищевой ценности грибного мицелия и возможности его применения для создания заменителей мяса и кормовых добавок. Подобранные условия культивирования (сусло-агар с пептоном и глюкозой, 14 сут при 28 °C) обеспечивают стабильный рост мицелия с удовлетворительными показателями белковой продуктивности. Биуретовый метод анализа показал свою надежность и воспроизводимость при работе с грибным сырьем. Результаты исследования могут быть использованы при масштабировании производства микопroteина и разработке технологий получения белковых продуктов грибного происхождения.

Библиографический список

1. *Лабораторный практикум по биохимии и биофизике: метод. указания к лабораторным работам по биохимии* / В. И. Резяпкин, В. С. Слышенков, И. Б. Заводник и др. – Гродно: ГрГУ, 2021. – 175 с.
2. *Русанова Е. И.* Влияние углеродных и азотных источников питания на эффективность культивирования *Pleurotus ostreatus* в лабораторных условиях // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. (Оренбург, 19 июня 2025 г.). – Оренбург: ОГУ, 2025. – С. 123–129.
3. *Bakratsas G., Polydera A. C., Nilson O. et al.* Mycoprotein production by submerged fermentation of the edible mushroom *Pleurotus ostreatus* in a batch stirred tank bioreactor using agro-industrial hydrolysate // *Foods*. – 2023. – Vol. 12, no. 12. – Art. 2295.
4. *El-Ramady H., Abdalla N., Fawzy Z. et al.* Green biotechnology of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* L.): A sustainable strategy for myco-remediation and bio-fermentation // *Sustainability*. – 2022. – Vol. 14, no. 6. – Art. 3667.
5. *Fasihi M., Jouzi F., Tervasmäki P. et al.* Global potential of sustainable single-cell protein based on variable renewable electricity // *Nature Communications*. – 2025. – Vol. 16, no. 1. – Art. 1496.
6. *Finnigan T. J. A., Theobald H. E., Bajka B.* Mycoprotein: A healthy and sustainable source of alternative protein-based foods // *Annual Review of Food Science and Technology*. – 2025. – Vol. 16, no. 1. – P. 105–125.

Применение экстракта зеленого чая как биологически активной добавки при производстве питьевого йогурта

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения экстракта зеленого чая в качестве биологически активной добавки при производстве питьевого йогурта. Приведен анализ химического состава листа зеленого чая и экстракта. Определено влияние экстракта зеленого чая на органолептические и физико-химические показатели готового продукта. В результате эксперимента установлена оптимальная дозировка добавки (0,16 г/100 г йогурта), позволяющая сохранить гармоничный вкус, стабильную кислотность и высокие потребительские свойства продукта.

Ключевые слова: питьевой йогурт; зеленый чай; экстракт; кахетины; химический состав; танины; терпкость.

Кисломолочные продукты, в частности йогурты, традиционно занимают лидирующие позиции в структуре питания населения благодаря своей пищевой ценности и пробиотическим свойствам, что открывает широкие перспективы для создания продуктов с комбинированным составом [2]. Зеленый чай традиционно рассматривается как один из богатейших источников природных антиоксидантов – кахетинов. Однако потенциал его использования в качестве обогащающей добавки в технологии кисломолочных продуктов раскрыт далеко не полностью [3].

Свежий лист зеленого чая содержит более 300 химических соединений, формирующих его уникальные свойства. Примерно 52 % состава приходится на нерастворимые компоненты: протеины, клетчатку, жиры, хлорофилл и пектины. Остальная часть представлена водорастворимыми биоактивными веществами: полифенолами (кахетины, танины), сахарами, алкалоидами (кофеин, теобромин), витаминами и аминокислотами (около 20), включая теанин, аргинин и глутаминовую кислоту [1]. В листьях также идентифицировано более 20 минеральных элементов, около 100 ароматических соединений (терпены, эфирные масла) и ряд ферментов [4].

При производстве биологически активных добавок, в том числе для обогащения кисломолочных продуктов, наибольший интерес представляет именно экстракт зеленого чая, в котором сохраняются и концентрируются ключевые действующие вещества исходного сырья. Если рассмотреть состав экстракта можно увидеть, что он богат фенольными соединениями (в частности, танино-катехиновой группы), алкалоидами

пуринового ряда (кофеин, теofilлин, теобромин), водорастворимыми витаминами, а также эфирными маслами [4]. Полный химический состав чая можно увидеть в табл. 1.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика химического состава
листа зеленого чая и его экстракта, %**

Фитохимические компоненты	Лист зеленого чая	Экстракт зеленого чая
Алкалоиды	1–4	1–5
Дубильные вещества	15–30	21,7
Макро- и микроэлементы	4–7	4–7
Эфирные масла	0,08	0,08
Белки и аминокислоты	25	25
Кофеин	3,5	6,0
Минеральные вещества	12,5	12,3

Несмотря на доказанную биологическую ценность экстракта зеленого чая, его добавление в состав питьевого йогурта требует тщательной технологической проработки. Высокое содержание полифенолов (в частности, танинов) и алкалоидов способно существенно влиять на органолептические показатели продукта, придавая ему нежелательную терпкость или горечь, а также влиять на активность молочнокислой микрофлоры, что отражается на динамике кислотности. В связи с этим, целью экспериментальной части работы являлось исследование влияния различных дозировок экстракта зеленого чая на органолептические и физико-химические (кислотность) показатели питьевого йогурта для обоснования оптимальной концентрации вносимой добавки.

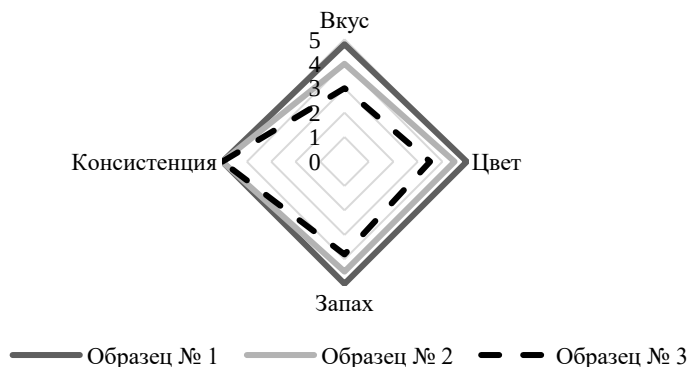
В связи с тем, что экстракт зеленого чая имеет терпкий вкус, было принято решение о добавлении ягодного сиропа без сахара. Малиновый сироп лучше всего сочетается со вкусом зеленого чая, подавляя терпкость и горечь. Для лучшего понимания все образцы, а также добавляемые компоненты и их дозировки прописаны в табл. 2.

Таблица 2

Состав и дозировки компонентов исследуемых образцов, г

Сырье	Образцы			
	Контрольный	№ 1	№ 2	№ 3
Молоко 3,2 %	100,00	100,00	100,00	100,00
Закваска	0,25	0,25	0,25	0,25
Экстракт зеленого чая	–	0,16	0,12	0,24
Сироп малиновый	–	2,00	2,00	2,00

Для дальнейшей органолептической оценки была отобрана дегустационная комиссия, в состав которой входило 15 чел. разных возрастов (от 20 до 60 лет). На основании данных была составлена сводная диаграмма всех образцов (см. рисунок).



Профилограмма органолептического анализа

Исходя из данных диаграммы было определено, что вносить в йогурт сухой экстракт зеленого чая необходимо в количестве – 0,16 г. Дегустационная комиссия отметила в образце № 3 ярковыраженный вкус травы и терпкость, а также экстракт затмевал кисломолочный вкус самого йогурта. В образце № 2 присутствовал слабовыраженный вкус зеленого чая, то есть внесенное количество чая мало для данного объема йогурта. Образец № 1 показал себя лучше всего, вкус сбалансированный, слабовыраженная терпкость. Запах зеленого чая отсутствовал во всех образцах, преобладал кисломолочный. Цвет был в диапазоне от молочного до темно-кремового.

Определение кислотности проводилось потенциометрическим методом по ГОСТ 3624-92. Показатели трех образцов находились в диапазоне от 97 до 100 °Т, что соответствует ГОСТ 31981-2013 (от 75 до 140 °Т).

В результате проведенных исследований была подтверждена целесообразность использования экстракта зеленого чая в качестве биологически активной добавки при производстве питьевого йогурта. Теоретический анализ показал, что экстракт зеленого чая содержит комплекс ценных биоактивных веществ, которые способны обогатить кисломолочный продукт и придать ему дополнительные функциональные свойства. Анализ сводной профилограммы позволил выявить оптимальную концентрацию экстракта, при которой сохраняются потребительские свойства йогурта (гармоничный вкус, отсутствие излишней терпкости

и горечи) и обеспечивается стабильность кислотности в процессе хранения. Превышение рекомендуемой дозировки (0,16 г/100 г йогурта) приводит к ухудшению органолептических характеристик и нарастанию кислотности, что необходимо учитывать при дальнейшей разработке йогурта.

Библиографический список

1. Асякина Л. К., Белашова О. В., Фотина Н. В. Биотехнология пищевого сырья и продуктов питания. Часть 1: учеб. пособие. – Кемерово: КемГУ, 2023. – 96 с.
2. Жакупова Г. Н., Букеева А. Т. Разработка кисломолочного продукта с растительными компонентами // Международный научный журнал «Интерна-ука». – 2017. – № 7. – С. 69–71.
3. Нилова Л. П., Лебедева П. С. Фенольные антиоксиданты и антиоксидантная активность различных видов цейлонского зеленого чая // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: сб. тр. Всерос. науч.-практ. и учеб.-метод. конф. (Санкт-Петербург, 15–19 мая 2023 г.): в 8 ч. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. – Ч. 4. – С. 722–729.
4. Теличкин Р. С. Разработка и научное обоснование способа распылительной сушки экстракта зеленого чая: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Роман Сергеевич Теличкин. – Астрахань, 2020. – 187 с.

М. Н. Школьников, Е. Е. Банщикова, Е. Д. Рожнов

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Чеснок в контексте импортозамещения: анализ эффективности реализации ресурсного потенциала регионов России

Аннотация. В статье проанализирован ресурсный потенциал регионов России и динамика производства чеснока посевного (*Allium sativum* L.) в контексте импортозамещения. Приведена адресно-инвентаризационная ресурсная карта, отражающая запасы данной культуры в натуральном выражении по регионам РФ. Обоснованы стратегические направления: внедрение интенсивных агротехнологий и организация безотходной переработки, включая получение черного чеснока, для повышения эффективности отрасли.

Ключевые слова: чеснок посевной; импортозамещение; ресурсный потенциал; безотходная переработка.

Чеснок представляет собой значимую сельскохозяйственную культуру, регулярно используемую в питании большинства российских семей. Тем не менее, до 70 % объема внутреннего его потребления обеспечивается за счет импорта (рис. 1).

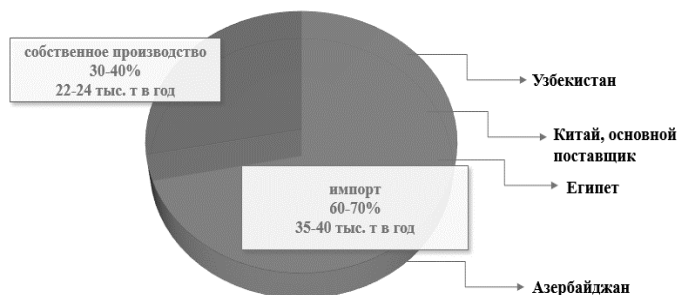


Рис. 1. Структура источников насыщения российского рынка свежего посевного чеснока (по состоянию на 2025 г.)

Основным мировым производителем и поставщиком чеснока является Китай, на долю которого приходится порядка 40 % глобального производства и 60–70 % российского импорта. Значительные объемы также поставляются из Египта, Ирана и Узбекистана. Между тем, климатические условия многих российских регионов благоприятны для выращивания данной культуры. Годовая потребность страны оценивается примерно в 300 тыс. т, тогда как фактический объем производства по данным ФАО (2020 г.) составлял лишь 190 тыс. т [1]. Динамика посевных площадей под чесноком в России демонстрирует отрицательную тенденцию. В 2023 г. они составили 18,5 тыс. га, что на 17 % меньше показателя 2018 г. (22,3 тыс. га) и на 35,3 % ниже уровня 2014 г. (рис. 2).

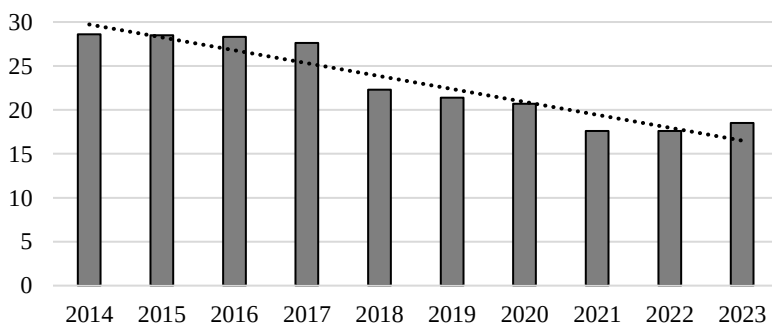


Рис. 2. Динамика посевных площадей чеснока в хозяйствах всех категорий в РФ за 2014–2023 гг., тыс. га¹

¹ Составлено по: [4]

Одной из причин сокращения площадей является низкая рентабельность и высокая трудоемкость выращивания чеснока, что вынуждает многих аграриев отказываться от этой культуры. Зачастую его возделывают на небольших участках (до 10 га), где использование специализированной сельхозтехники экономически нецелесообразно.

Сокращение площадей закономерно ведет к снижению валового сбора: с 2119,8 тыс. ц в 2018 г. до 1480,4 тыс. ц в 2022 г. Однако в 2023 г. был зафиксирован рост производства на 15,7 % – до 1712,9 тыс. ц.

Для комплексной оценки потенциала авторами разработана ресурсная карта, которая представляет собой пространственную модель распределения и объема природно-агроклиматического ресурса для возделывания посевного чеснока. Карта отражает запасы данной культуры в натуральном выражении по регионам РФ, где осуществляется ее выращивание (рис. 3).



Рис. 3. Адресно-инвентаризационная ресурсная карта выращивания посевного чеснока в РФ по состоянию на 2023 г.

Лидером по валовому сбору чеснока в 2023 г. стал Северо-Кавказский федеральный округ (556,1 тыс. ц), где Республика Дагестан обеспечила около 411 тыс. ц. Второе и третье места занимают Центральный

(339,6 тыс. ц) и Приволжский (315,6 тыс. ц) федеральные округа соответственно. В Приволжском ФО, в Республике Татарстан, располагается крупнейший национальный производитель – ГК «АгроИнвестРФ». Данная группа компаний объединяет несколько КФХ, включая одно из ведущих на рынке – под руководством П. С. Кувайцева. Посевные площади холдинга под чесноком демонстрируют устойчивый рост: с 2 га в 2021 г. до 132 га под озимые сорта («Любаша», «Павел», «Добрыня») осенью 2024 г. При технологии посадки 2,0–2,5 т зубков на гектар и организации полива компания получает урожайность 10–13 т/га с коэффициентом размножения 1:5–1:6, что обеспечивает высокую доходность¹.

Среди субъектов РФ наибольшие объемы сбора чеснока демонстрируют Краснодарский край (126,4 тыс. ц), Ростовская (76,4 тыс. ц) и Воронежская (70,8 тыс. ц) области. В этих регионах с 2017 г. успешно работает компания «Фермерский чеснок». Эффективность выращивания культуры на юге страны определяется благоприятными погодноклиматическими условиями, применением сортов, устойчивых к температурным стрессам и адаптированных к местным почвам, а также соблюдением агротехнических приемов, улучшающих перезимовку и повышающих урожайность [5].

Именно в перечисленных регионах сосредоточены наиболее значительные промышленные посевы чеснока. Однако его возделывание осуществляется и в других областях, например, в Московской области в 2024 г. под эту культуру было отведено 11 га.

Помимо уже упомянутых сортов, в России культивируются «Широколистный 220», «Сочинский 56», «Грибовский юбилейный», «Отраденский» и другие. На юге страны и в Ставропольском крае в промышленных масштабах преимущественно выращивают сорта «Грибовский юбилейный» и «Любаша». Доля промышленного производства в сельскохозяйственных организациях и КФХ остается относительно невысокой и составляет около 8 % (примерно 10 тыс. т в 2023 г.), тогда как основная часть урожая (около 180 тыс. т) производится в хозяйствах населения. В ряде регионов успешно функционируют системы закупки чеснока у населения для последующей переработки [2].

На потребительском рынке наблюдается устойчивый рост цен на чеснок и продукты его переработки. За десятилетие (2015–2024 гг.) розничная цена за 1 кг увеличилась примерно со 150 до 360 р. В 2024 г. ценовой диапазон по регионам составлял от 200 до 500 р./кг, достигая максимума в северных регионах и минимума – на Юге России.

¹ Официальный сайт ГК «АгроИнвестРФ». – URL: <https://agroinvestrf.ru> (дата обращения: 01.03.2026).

В Сибирском федеральном округе отмечается сокращение как посевных площадей под чесноком, так и валового сбора. Одной из возможных причин является отсутствие эффективных возможностей для длительного хранения и глубокой переработки урожая, в том числе с применением биотехнологий.

Резко континентальный климат Сибири создает сложные агроклиматические условия для возделывания и делает задачу сохранения урожая особенно актуальной. Для данного региона селекционированы и внесены в Госреестр специальные озимые сорта, такие как «Тарский», «Томич», «Комсомолец», «Скиф», «Добрыня», «Богатырь», Осенний и другие [3].

Важно отметить, что импортный чеснок, поступающий в Россию, часто уступает отечественной продукции по биохимическим показателям. Он характеризуется худшей лежкостью и склонностью к быстрому прорастанию. Использование импортных партий в качестве посадочного материала ведет к снижению урожайности и качества конечной продукции, поскольку каждый сорт адаптирован к строго определенным условиям возделывания и чутко реагирует на их изменение.

В связи с этим, в настоящее время актуальны два основных стратегических направления для отрасли:

- 1) совершенствование и разработка новых эффективных агроприемов для получения высоких и качественных урожаев чеснока озимого отечественной селекции. Достижение необходимых объемов производства требует внедрения интенсивных агротехнологий, минимизации ручного труда и повсеместного использования адаптированных российских сортов;

- 2) организация своевременной, комплексной и, по возможности, безотходной переработки. Чеснок посевной обладает коротким физиологическим периодом покоя. Луковицы с высоким содержанием влаги (до 65 %) требуют оперативной просушки после уборки и последующего хранения в зимний период при $T=0\pm 2$ °С, и ОВВ 70–80 % для минимизации потерь от усыхания и дыхания. Поддержание такого режима в промышленных масштабах часто экономически затруднительно. Учитывая, что фактические потери при хранении могут достигать 30 %, возрастает потребность в эффективной промышленной переработке.

Таким образом, критически важной задачей является разработка и внедрение новых, в том числе безотходных, технологий переработки чеснока: например, микробная ферментации, производства сушеных и гранулированных продуктов, тепловая обработка для получения «черного» чеснока и др., что позволит сократить потери и повысить общую рентабельность производства.

Библиографический список

1. Жаркова С. В. Урожайность и ее изменчивость у сортов чеснока озимого в условиях юга Западной Сибири // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2025. – № 3-1 (102). – С. 173–178.
2. Сельское хозяйство в России. 2023: стат. сб. – М.: Росстат, 2023. – 103 с.
3. Степанов А. Ф. Технологические приемы повышения продуктивности чеснока озимого в лесостепной зоне Западной Сибири // Вестник Омского ГАУ. – 2021. – № 3 (43). – С. 35–44.
4. Сурихина Т. Н., Азопкова М. А. Аналитический обзор производства чеснока в России // Рисоводство. – 2024. – Т. 23, № 2 (63). – С. 85–91.
5. Якимова О. В., Лазыко В. Э., Благородова Е. Н. Экономическая эффективность производства товарного чеснока на примере одного из хозяйств Краснодарского края // Рисоводство. – 2020. – № 4 (49). – С. 68–73.

Н. А. Эйриян

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Использование ультрафильтрационного разделения при производстве биотехнологической продукции

Аннотация. Алкогольная промышленность нуждается в технологиях, обеспечивающих качество напитков и рациональное использование сырья. Перспективным направлением является мембранная фильтрация, в частности ультрафильтрация, позволяющая повышать микробиологическую стабильность вина и извлекать ценные компоненты из вторичных ресурсов. Проведены исследования ультрафильтрационного разделения при производстве винодельческой продукции. Анализ показал, что ультрафильтрация обеспечивает почти полное удаление микроорганизмов и более чем пятикратное концентрирование дрожжей при сохранении полезных соединений. Ультрафильтрация превосходит традиционные методы фильтрации, однако требует адаптации для малых предприятий.

Ключевые слова: дрожжи; ультрафильтрация; технологичное производство; безотходное производство.

Алкогольная промышленность является одним из наиболее конкурентоспособных секторов во всем мире и активно развивающейся отраслью в России. Соответственно, инновационные энологические продукты и технологии постоянно нуждаются в оптимизации для производства высококачественных вин, способных удовлетворить запросы требовательных потребителей [1].

Комплексная переработка сельскохозяйственного сырья, является наиболее востребованной задачей способной обеспечить максимальное использование вторичных ресурсов. К таким вторичным ресурсам относятся отходы производства вина из винограда, сидра и прочих плодовых

вин (выжимки, дрожжевые осадки жидкие и отжатые, отходы при брожении сусла и выдержке вина). Наибольший интерес, с точки зрения ценных макро- и микронутриентов, представляют вторичные ресурсы, образующиеся при переработке и консервировании фруктов и овощей, в процессе производства растительных масел, продуктов мукомольной и крупяной промышленности, а также при переработке винограда [8].

Для придания напитку прозрачности и микробиологической стабильности в технологической схеме производства предусмотрена технологическая операция – фильтрация. Существует несколько методов фильтрации, но одним из наиболее прогрессивных считается мембранная фильтрация. Принцип мембранной фильтрации основан на организации и осуществлении разделения веществ через полупроницаемую перегородку. Существует четыре основных способа фильтрации: микрофильтрация (0,1–1,0 мкм); ультрафильтрация (0,02–0,03 мкм); обратный осмос (0,001 мкм); нанофильтрация (1 нм) [10; 12].

Метод ультрафильтрации основан на разделении жидкости и посторонних включений очень маленького размера на ультрафильтрационных мембранах. Отделяться могут составляющие различного размера, в том числе микроорганизмы. Средний диаметр улавливаемой единицы может быть до 0,01 мкм, что позволяет отделять многие группы микроскопических объектов. Существующие технические решения позволяют вести этот процесс очень эффективно в условиях крупных предприятий, однако, стоимость необходимого оборудования очень высокая [4]. Ультрафильтрационная или микрофильтрационная мембрана может выделять частицы, размер которых превышает размер ее пор, во избежание возникновения неблагоприятных химических или физических изменений. Любой патогенный микроб имеет определенный размер, так что он может быть удален мембраной с соответствующим размером пор. Это означает, что ультрафильтрационные или микрофильтрационные мембраны с соответствующими размерами пор обладают потенциалом для стерилизации напитков [9].

Дрожжи, используемые в бродильных производствах, в подавляющем большинстве относятся к роду *S. cerevisiae*. Клетки *S. cerevisiae* имеют округлую, яйцевидную или эллипсоидную форму; размер их колеблется от 2,5 до 10,0 мкм в поперечнике и от 4,5 до 21,0 мкм в длину. Размер и форма клеток одного и того же штамма определяются генетически и могут варьироваться в определенных пределах в зависимости от условий культивирования и последующих операций получения коммерческих дрожжей. Температура также оказывает влияние на размеры дрожжей наименьший диаметр составил 7,94 мкм и остается неизменным при температурах выше 18,5 °С. Ниже 18,5 °С он экспоненциально увеличивается до 10,2 мкм [13]. Источником ароматических альдегидов

в напитках брожения являются высшие спирты. Их общее количество варьируется в диапазоне от 166,84 до 459,55 мг/дм³ [7].

Целью данной работы является оценить возможности применения ультрафильтрационного разделения при производстве винодельческой продукции.

Обзор научно-технической литературы показал основные тренды в использовании фильтрационных установок, так в работе исследовались селективность мембраны и загрязнение после тупиковой ультрафильтрации белкового гидролизата из отработанных пивных дрожжей, побочного продукта пивоварения с высоким содержанием белка. Эксперименты по ультрафильтрации проводились с использованием мембран из регенерированной целлюлозы и полиэфирсульфона с молекулярной массой 30 кДа при pH 5,0 и 8,0. Более высокая степень удержания пептидов (60 % от общего количества твердых веществ и 83 % от пептидов) была достигнута при использовании полиэфирсульфона и pH 5,0. Рибонуклеиновые кислоты были успешно отделены от фракции, богатой пептидами. Белковый гидролизат при pH 8,0 показал меньшую склонность к адсорбции белков и меньшее сопротивление массопереносу [11].

Анализ известных технологий и способов ультрафильтрации для сбора дрожжей и рекуперации продукта из дрожжевого осадка, а также для оптимизации использования биомассы дрожжей в биогенераторах установок непрерывной шампанизации вина [6] позволил сделать вывод о том, что, несмотря на разработанные и внедренные в настоящее время технологии как в России так и за рубежом, вопрос о актуальности разработки, обеспечивающие комплексную переработку растительного сырья виноделия, с производством на малых предприятиях остается актуальным.

В исследованиях [2] отмечается, что процесс фильтрации с песчаным слоем позволяет добиться высокой степени удаления органических веществ по сравнению с ультрафильтрацией, что определяется биологической активностью песчаных слоев, которая не допускается в процессе ультрафильтрации. Кроме того, в процессе фильтрации более эффективно удалялся алюминий, оставшийся после коагуляции. Также отмечется снижение концентрации ценных биологически активных веществ вина [5].

В свою очередь, процесс ультрафильтрации обеспечивает почти 100 % эффективность в снижении общего количества микроорганизмов, в то время как эффективность процесса фильтрации в 2 раза ниже. В конечном итоге, возможность замены процесса фильтрации процессом ультрафильтрации определяется финансовыми и технологическими затратами.

Осаждение дрожжей во время ультрафильтрации имеет явные преимущества перед другими типами фильтрации в отношении сбора и извлечения. Ультрафильтрационные мембраны эффективно концентрируют дрожжи, задерживая их и пропуская более мелкие молекулы, что приводит к более чем пятикратному увеличению концентрации дрожжей в некоторых системах. Кроме того, ультрафильтрация, как правило, обеспечивает более высокую эффективность фильтрации и более чистое отделение дрожжей по сравнению с микрофильтрацией или другими мембранными методами, особенно благодаря своей способности обрабатывать более крупные биомолекулы и клеточные суспензии с меньшим загрязнением при применении надлежащих методов очистки [3].

По сравнению с другими методами фильтрации, ультразвуковое осаждение в сочетании с ультрафильтрацией позволяет достичь эффективности фильтрации дрожжей более 99 %. На восстановление также влияет поведение осадка на мембранах во время ультрафильтрации, а такие условия эксплуатации, как pH и наличие белков, влияют на загрязнение и сжимаемость осадка. Испытания с использованием тупиковой фильтрации показывают, что сжимаемость осадка дрожжей и сопротивление фильтрации варьируются в зависимости от условий, что влияет на качество и простоту извлечения дрожжей. Ультрафильтрационные мембраны с оптимизированным размером пор (обычно в диапазоне нескольких нанометров) обеспечивают лучшее удержание дрожжей и более чистый пермеат по сравнению с микрофильтрационными мембранами с более крупными порами.

Однако, остаются открытыми вопросы о сохранности дрожжей при фильтрации в непрерывном потоке и их выживаемости в нем. На данном этапе можно лишь говорить о сохранности спирта, кислоты, углеводов и полифенолов. А скорость и непрерывного потока могут негативно влиять на дрожжи и разрушать их клетки, что может неблагоприятно сказываться на качестве и органолептических свойствах конечного продукта.

Таким образом, ультрафильтрация в целом превосходит другие методы фильтрации дрожжевого осадка с точки зрения эффективности сбора, повышения концентрации и качества восстановления, особенно в сочетании с технологиями, снижающими загрязнение мембран и сжимаемость осадка, а поиск технологических решений, позволяющих сохранить высокое качество вина и других алкогольных напитков с сохранением полезных компонентов и удалением дрожжей и рекуперации продукта из дрожжевого осадка – актуальное направление научных исследований.

Библиографический список

1. Брашко И. С., Пищиков Г. Б. Возможности применения искусственного интеллекта при модернизации производственного сектора виноградарства и виноделия // Современные императивы развития логистики и коммерции: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 23 ноября 2023 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ, 2023. – С. 97–100.
2. Исайкин В. А., Лопаева Н. Л. Очистка и фильтрация воды // Молодежь и наука. – 2023. – № 1. – Статья № 46.
3. Кареткин Б. А., Аверина Ю. М., Хромова Н. Ю. и др. Перспективы применения мембранных технологий на различных стадиях биотехнологических процессов // Химическая промышленность сегодня. – 2021. – № 5. – С. 64–69.
4. Колтинская А. А., Королева Е. И. Мембранные методы разделения. Сравнительный анализ эффективности разделения при обратном осмосе, ультра- и микрофильтрации // Трактории развития: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 26 февраля 2020 г.). – М.: РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2020. – С. 217–226.
5. Макаров С. С., Жиров В. М., Панасюк А. Л., Преснякова О. П. Технологические аспекты производства фруктовых вин с повышенной биологической ценностью // Пиво и напитки. – 2018. – № 2. – С. 42–45.
6. Пищиков Г. Б., Лазарев В. А., Позняковский В. М., Кожова А. А. Оптимизация использования биомассы дрожжей в биогенераторе установки шампаннизации вина // Индустрия питания. – 2022. – Т. 7, № 4. – С. 15–24.
7. Ширишова А. А., Агеева Н. М., Шелудько О. Н. и др. Особенности биохимического состава сидров из различного сырья // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2023. – № 2 (45). – С. 235–244.
8. Gvinianidze T., Kamkamidze N., Tsutskiridze N. Some Aspects of Recycling and Storage of Secondary Resources of Grape // Bulletin of Science and Practice. – 2019. – Vol. 5, no. 7. – P. 128–134.
9. Hu Y, Wu W. Application of Membrane Filtration to Cold Sterilization of Drinks and Establishment of Aseptic Workshop // Food and Environmental Virology. – 2023. – Vol. 15 (2). – P. 89–106.
10. Katibi K. K., Mohd Nor M. Z., Yunos K. F. M. Strategies to Enhance the Membrane-Based Processing Performance for Fruit Juice Production: A Review // Membranes. – 2023. – Vol. 13 (7). – Art. 679.
11. Marson G. V., Pereira D. T. V., Machado M., Di Luccio M. Ultrafiltration performance of spent brewer's yeast protein hydrolysate: Impact of pH and membrane material on fouling // Journal of Food Engineering. – 2021. – Vol. 302. – Art. 110569.
12. Niyigaba T, Liu D, Habimana J. D. The Extraction, Functionalities and Applications of Plant Polysaccharides in Fermented Foods: A Review // Foods. – 2021. – Vol. 10 (12). – Art. 3004.
13. Zakhartsev M., Reuss M. Cell size and morphological properties of yeast *Saccharomyces cerevisiae* in relation to growth temperature // FEMS Yeast Research. – 2018. – Vol. 18 (6). – Art. foy052.

Секция 4. Качество и безопасность пищевого сырья, пищевых продуктов и продукции общественного питания

А. С. Артемчук, Н. В. Кравченко

*Донецкий национальный университет экономики и торговли
им. М. Туган-Барановского, г. Донецк*

Современные методы минимизации влияния человеческого фактора на безопасность продукции в ресторанном бизнесе

Аннотация. Представлен информационно-аналитический обзор современных методов решения проблемы влияния человеческого фактора на безопасность продукции в ресторанном бизнесе. Систематизированы основные группы нарушений персонала. Рассмотрены организационные, цифровые, образовательные и мотивационные подходы к минимизации рисков. Проанализирована эффективность внедрения видеоаналитики, принципов HACCP и производственного контроля. Предложен алгоритм выбора методов контроля в зависимости от типа предприятия.

Ключевые слова: человеческий фактор; безопасность продукции; ресторанный бизнес; методы контроля; производственный контроль; гигиена персонала; управление рисками.

Обеспечение безопасности готовой продукции является приоритетной задачей для предприятий ресторанного бизнеса. Многочисленные исследования и данные контрольно-надзорных органов свидетельствуют о том, что до 70 % нарушений санитарно-эпидемиологических требований связаны именно с человеческим фактором [3]. При этом, если технологические сбои оборудования могут быть предотвращены своевременным обслуживанием, а некачественное сырье – отсечено входным контролем, то действия персонала остаются наименее предсказуемым и наиболее сложным для управления элементом производственной системы.

Цель работы – систематизировать и представить информацию о современных методах решения проблемы влияния человеческого фактора на безопасность продукции в ресторанном бизнесе, а также дать практические рекомендации по их применению.

Для выбора адекватных методов контроля необходимо понимать, какие именно действия или бездействие персонала создают риски для

безопасности продукции. На основе анализа научной литературы по вопросам безопасности продукции общественного питания и обобщения данных контрольно-надзорных мероприятий Роспотребнадзора можно выделить следующие основные группы нарушений, которые представлены на рисунке.



Классификация нарушений санитарно-эпидемиологических требований, связанных с человеческим фактором

Как видно из представленных на рисунке данных, человеческий фактор проявляется в четырех основных группах нарушений: личная гигиена, технологическая дисциплина, санитарное содержание помещений и документальное оформление. Наибольшую угрозу для безопасности готовой продукции представляют первые две группы, поскольку они непосредственно влияют на риск микробиологического загрязнения блюд. При этом все группы нарушений взаимосвязаны: например, отсутствие маркировки (документальные нарушения) может привести к использованию просроченного сырья (нарушение технологической дисциплины).

Поскольку каждая группа нарушений требует специфических мер воздействия, обоснованным представляется обращение к организационным методам контроля как к фундаментальным. Прежде всего, речь идет о системе ХАССП, предписанной ТР ТС 021/2011 для всех объектов общественного питания. Именно в рамках ХАССП становится возможным выявить те критические точки производства (приемка, термическая обработка, охлаждение, порционирование, упаковка), где ошибка персонала напрямую ведет к утрате безопасности продукта.

Установление для этих точек предельных нормативов и четких процедур контроля позволяет формализовать требования к действиям сотрудников и минимизировать вариативность их поведения.

Не менее значима стандартизация рутинных операций, осуществляемая через внедрение стандартных операционных процедур (СОП) и циклограммы. СОП превращают абстрактные требования в понятные пошаговые алгоритмы, подкрепленные визуальными материалами и доступные персоналу в любой момент. Циклограммы, фиксируя временные регламенты уборки и дезинфекции, вносят порядок в санитарное содержание помещений.

В итоге, эффективность организационных мер закрепляется программой производственного контроля, ориентированной не на формальное выполнение, а на реальное выявление проблем. Внеплановые проверки в часы наибольшей нагрузки, внутренние аудиты по чек-листам, перекрестный контроль между сотрудниками – все это создает многоуровневую систему, способную обнаружить и предотвратить риски, связанные с человеческим фактором, на ранних стадиях.

И если организационные методы создают нормативную базу, то цифровизация преодолевает главное ограничение традиционного контроля – его субъективность и эпизодичность, обеспечивая непрерывный и объективный мониторинг. Проблема визуального контроля в том, что технолог не может присутствовать во всех зонах одновременно, и сотрудники, зная график проверок, соблюдают правила лишь в период ожидаемого контроля. Тем не менее системы видеоаналитики работают постоянно и фиксируют нарушения независимо от присутствия проверяющего. Эффективность видеоаналитики строится на принципе неотвратимости: когда сотрудник знает, что любое нарушение будет зафиксировано, мотивация нарушать резко снижается, и экспертные оценки показывают сокращение нарушений на 40–50 % [2] за счет профилактики, а не наказаний.

Другая фундаментальная проблема – невозможность гарантировать безопасность сырья при бумажном документообороте, поскольку сертификаты легко подделать, а проследить реальный путь продукта невозможно, и именно для ее решения создана система «Меркурий». Многие руководители воспринимают работу в ней как формальность, однако именно эта система позволяет ответить на ключевые вопросы о происхождении сырья, прохождении ветеринарного контроля и отсутствии контрафакта, гарантируя легальность, блокируя операции с просроченной продукцией и обеспечивая полное прослеживание от производителя до прилавка.

Сегодня, в условиях стремительного развития Донецкого региона, согласно указу Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г.

№ 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», для предприятий Донецкой Народной Республики (ДНР) и других новых регионов регистрация в «Меркурии» – первоочередная задача, поскольку без работы в системе невозможно документально подтвердить безопасность используемого мяса, рыбы или молока [1; 4].

Человеческие ошибки неизбежны, особенно в стрессовых ситуациях. Поэтому на критически важных операциях нужна техника. Программируемая тепловая обработка задает время и температуру вне зависимости от навыков повара, дозаторы с этикетками исключают неверную маркировку, а умные системы мойки контролируют дезинфекцию. Так автоматизация вытесняет человеческую добросовестность гарантированным результатом технологического процесса.

Однако технические средства бесполезны, если сотрудник не понимает, почему важно соблюдать правила, и не имеет внутренней мотивации, поскольку принуждение без разъяснения порождает лишь формальное соблюдение норм. Традиционные инструктажи часто проводятся формально и не запоминаются, тогда как современные форматы обучения дают гораздо лучший результат: геймификация с игровыми механиками и мобильными приложениями повышает вовлеченность, микрообучение с короткими видео-уроками решает проблему дефицита времени, практические тренинги с моделированием ситуаций формируют готовые алгоритмы поведения, а наглядные материалы на рабочих местах постоянно напоминают о ключевых правилах.

Но даже лучшее обучение не даст результата без правильно выстроенной мотивации, при которой безопасное поведение становится выгодным, а нарушение – нет. Премирование за отсутствие нарушений по результатам аудитов создает прямую материальную заинтересованность, бонусы за предложения по улучшению поощряют инициативу, а прозрачная система штрафов должна быть понятной и справедливой, чтобы не вызывать ощущения произвола. При этом мотивация не должна быть только материальной: публичная похвала, признание заслуг и присвоение статуса «Лучший сотрудник месяца по безопасности» работают не менее эффективно, удовлетворяя потребность в уважении, и в сочетании с материальными стимулами формируют устойчивую систему, где безопасное поведение становится естественной нормой.

Выбор конкретных методов зависит от типа предприятия, его масштаба и доступных ресурсов. В таблице представлен алгоритм выбора методов для различных категорий предприятий.

Рекомендуемые методы контроля в зависимости от типа предприятия

Тип предприятия	Базовые методы (обязательные)	Рекомендуемые методы (оптимальные)	Перспективные методы (при наличии ресурсов)
Небольшое кафе, столовая	ХАССП (базовый уровень), СОПы, журналы контроля, регулярные инструктажи	Внутренние аудиты, расширенный лабораторный контроль, наглядные материалы	Мобильные приложения для обучения, люминометрия (чистота поверхностей)
Ресторан среднего уровня	Вышеперечисленное + работа в системе «Меркурий»	Циклограммы, перекрестный контроль, геймификация обучения, видеофиксация (без аналитики)	Система мотивации, привязанная к качеству
Сетевое предприятие, крупный ресторан	Вышеперечисленное + полноценная система ХАССП	Видеоаналитика с ИИ, автоматизация процессов, электронные журналы, системы для обучения	Полная цифровизация контроля, предиктивная аналитика рисков
Предприятия в новых регионах (ДНР)	Регистрация в системе «Меркурий», налаживание базового производственного контроля	Обучение персонала российским нормам, интеграция в систему Роспотребнадзора	Поэтапное внедрение цифровых методов по мере стабилизации

Представленная в таблице градация методов контроля показывает, что выбор инструментов минимизации человеческого фактора должен определяться масштабом деятельности предприятия и доступными ресурсами. При этом базовый набор мер является обязательным для всех категорий, тогда как цифровые решения и передовые образовательные технологии становятся доступными по мере роста предприятия. Для организаций, работающих в новых регионах, приоритетной задачей выступает регистрация в системе «Меркурий» и интеграция в российское контрольно-надзорное пространство.

Таким образом, можно сделать вывод, что проблема влияния человеческого фактора на безопасность продукции в ресторанном бизнесе является комплексной и не может быть решена каким-либо одним методом. Требуется системный подход, сочетающий организационные методы – создание системы ХАССП, стандартизацию операций, эффективный производственный контроль; цифровые методы – внедрение видеоаналитики, электронных систем прослеживаемости, автоматиза-

цию процессов; образовательные и мотивационные методы – современные форматы обучения, привязка оплаты труда к качеству работы. А для предприятий ДНР первоочередной задачей является интеграция в российскую систему контроля и массовое обучение персонала требованиям российского законодательства, что позволит не только минимизировать риски, связанные с человеческим фактором, но и повысить общую культуру безопасности.

Библиографический список

1. Антошина К. А., Попова Т. Н. Методология социально-экономической эффективности услуг общественного питания в сфере рекреации // Современные информационные технологии в условиях новых вызовов: материалы VII Междунар. науч. интернет-конф. (Донецк, 17 мая 2024 г.). – Донецк: ДонНУЭТ им. М. Туган-Барановского, 2024. – С. 154–157.
2. Васильев В. А., Александрова С. В. Цифровые технологии в управлении качеством // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 10. – С. 36–41.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году: доклад. – М.: Роспотребнадзор, 2025. – 424 с.
4. Попова Т. Н. Инновационная деятельность в сфере рекреации в контексте услуг общественного питания // Актуальные проблемы и тенденции развития современной экономики: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. (Самара, 17–18 апреля 2025 г.). – Самара: СамГТУ, 2025. – С. 195–200.

Ю. Н. Багмут

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Разработка технологии охлажденной кулинарной продукции с пролонгированными сроками хранения

Аннотация. Изучена возможность применения высокого гидростатического давления (HPP) для пролонгирования сроков хранения охлажденных рубленых полуфабрикатов. Установлено, что внесение сухой белково-композитной смеси «Дисо Нутримун» в рецептуру котлет повышает содержание белка и улучшает функционально-технологические свойства. Обработка высоким давлением снижает КМАФАнМ в 3,4 раза относительно норматива, обеспечивает стабильность микробиологических показателей в течение 5 сут хранения и отсутствие патогенов (БГКП, *S. aureus*, *Salmonella*, *L. monocytogenes*).

Ключевые слова: охлажденная кулинарная продукция; сроки хранения; высокое гидростатическое давление.

В последнее время существует острая необходимость в поиске альтернативных методов пролонгирования сроков годности кулинарной

продукции, которые позволят производить продукты с низким содержанием натрия и жира при сохранении высокой функциональности [3]. Физические методы обработки находят все более широкое применение и рассматриваются как перспективные технологии, позволяющие значительно снизить использование химических консервантов [2].

Инновационная технология обработки пищевых продуктов высоким давлением (*High Pressure Processing, HPP*) становится все более популярной в пищевой промышленности. Ее основной принцип заключается в обработке продуктов под высоким давлением, что позволяет сохранить и усилить их качество по вкусу, аромату, текстуре и цвету [1].

Цель исследования – разработка технологии охлажденной кулинарной продукции с пролонгированными сроками хранения на основе физических методов обработки.

Для повышения пищевой ценности мясных рубленых полуфабрикатов (МРПФ) в рецептуру вносили СБКС «Дисо Нутримун» в количестве 5,0; 7,5 и 10,0 %. Технологическая схема включала внесение гидратированной СБКС (соотношение 1:3) в куттер и перемешивание в течение 2 мин, затем внесение мясного сырья и перемешивание еще 5 мин. Формование изделий массой 81 г (выход 70 г) осуществляли вручную. Термическая обработка проводилась в два этапа: обжаривание по 7 мин с каждой стороны, затем доведение до готовности в пароконвектомате при 200 °С в течение 12 мин. Охлаждение осуществляли в шкафу шокового замораживания до 0–4 °С.

СБКС положительно влияет на органолептические (сочность, мягкость, вкус и запах) свойства (рис. 1), а также способствует повышению калорийности изделия.

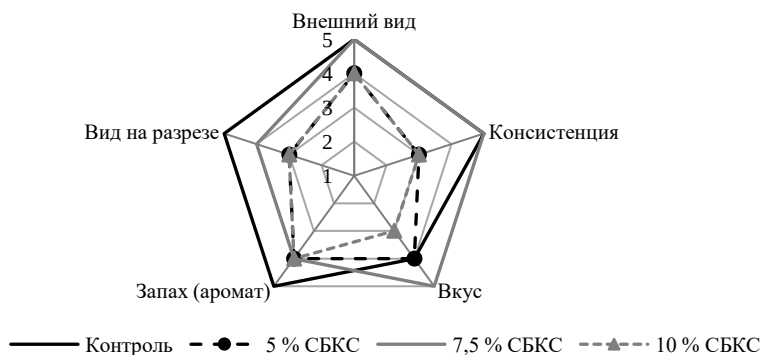


Рис. 1. Органолептические показатели разработанных МРПФ, в зависимости от количества СБКС, балл

Установлено, что оптимальным является внесение 7,5 % СБКС. В этом варианте массовая доля белка увеличилась на 14,5 % (с 13,28 до 15,20 %), массовая доля жира снизилась на 5,6 % (с 23,40 до 22,10 %). ВУС повысилась на 3,5 %, ЖУС – на 7,6 %, стабильность эмульсии – на 13 %. Потеря массы при тепловой обработке снизилась с 21,92 до 17,14 % (на 21,8 %).

Для оценки эффективности высокого гидростатического давления было сформировано четыре группы образцов: 1) не зараженные без обработки; 2) не зараженные обработанные; 3) зараженные без обработки; 4) зараженные обработанные (рис. 2). Заражение проводили смесью микроорганизмов, выращенных на питательных средах (бактерии группы кишечной палочки (БГКП) и золотистого стафилококка *Staphylococcus aureus*). Полуфабрикаты охлаждались до температуры 2–6 °С. Обработку проводили при давлении 400 мПа в течение 5 мин.

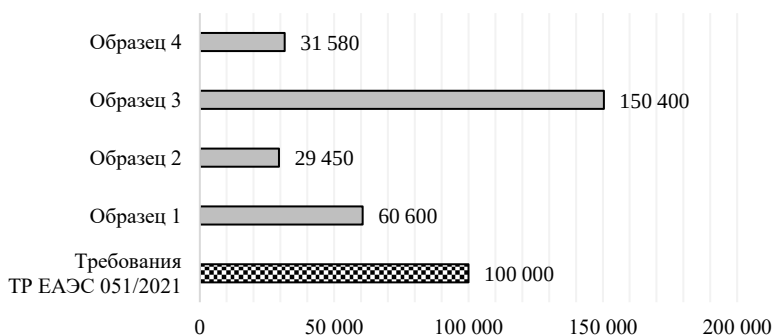


Рис. 2. Содержание КМАФАнМ в МРПФ, КОЕ/г

В зараженных МРПФ, не обработанных *HPP*, КМАФАнМ превышало норматив ($5,0 \cdot 10^5$ КОЕ/г) на 0,9 %. В зараженных образцах, обработанных *HPP*, КМАФАнМ снизилось с $5,04 \cdot 10^5$ КОЕ/г до $2,24 \cdot 10^5$ КОЕ/г – на 55,6 % ниже нормативного уровня.

Исследование содержания БГКП и *Staphylococcus aureus* показало их присутствие в зараженных образцах без обработки *HPP* и полное отсутствие в образцах, обработанных *HPP*. В не зараженных образцах, как обработанных, так и не обработанных, БГКП и *S. aureus* не обнаружены.

Готовые МРПФ, упакованные в скин-пакеты, обрабатывали *HPP* и хранили при 4 ± 2 °С в течение 5 сут. Через 24 ч хранения КМАФАнМ в контрольных образцах составило $4,40 \cdot 10^2$ КОЕ/г, в обработанных – $1,10 \cdot 10^2$ КОЕ/г. Через 3 сут в контрольных образцах КМАФАнМ достигло $1,02 \cdot 10^3$ КОЕ/г (превышение норматива $1,0 \cdot 10^3$ КОЕ/г на 2 %), в обработанных – $1,31 \cdot 10^2$ КОЕ/г (ниже норматива на 87 %). Через 5 сут

в контрольных образцах КМАФАнМ превышало норматив в 5,8 раза ($5,78 \cdot 10^3$ КОЕ/г), в обработанных – составляло $2,24 \cdot 10^2$ КОЕ/г (ниже норматива на 78 %).

Важно отметить, что патогенные микроорганизмы (*Listeria monocytogenes*, БГКП, *Salmonella*, сульфитредуцирующие клостридии, *S. aureus*, бактерии рода *Proteus*) не были обнаружены ни в одном из образцов, обработанных НРР, на протяжении всего 5-суточного периода хранения.

Расчеты показали, что использование технологии обработки высоким давлением удорожает производство МРПФ на 7 % по сравнению с традиционной технологией. Однако достигаемое при этом увеличение срока годности с 18–24 ч до 5 сут, снижение микробиологической нагрузки в 4–6 раз и отсутствие патогенов делают технологию экономически целесообразной для промышленного внедрения.

Библиографический список

1. Багмут Ю. Н., Кокорева Л. А., Костин К. Б., Чугунова О. В. Современные технологии увеличения сроков годности готовой кулинарной продукции // Агропродовольственная экономика. – 2025. – № 7. – С. 22–31.
2. 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.
3. Рожнов Е. Д., Школьников М. Н. Приоритетные тренды пищевых технологий в свете цифровизации производства и концепции устойчивого развития // Индустрия питания. – 2025. – Т. 10, № 1. – С. 87–98.

Т. И. Гусева

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Влияние зерновой смеси на качество хлеба

Аннотация. Цель исследования – оценка влияния зерновой смеси «Деревенская» на органолептические и физико-химические свойства полуфабрикатов и хлеба, а также определение пищевой и биологической ценности. Результат: увеличилось содержание общего белка, клетчатки и золы. Такая же закономерность прослеживается при определении минеральных веществ в исследуемых объектах: возросла доля калия, кальция, магния, фосфора и железа.

Ключевые слова: зерновая смесь «Деревенская»; хлеб из муки пшеничной высшего сорта; пищевая и биологическая ценность.

Использование готовых смесей в хлебопекарной промышленности является перспективным направлением [3]. При изучении рынка была выбрана зерновая смесь «Деревенская».

Цель работы заключалась в определении дозировки смеси и исследовании пищевой и биологической полезности выбранного образца.

Исследовательская работа проходила в два этапа.

Первый этап. Для контроля был выбран хлеб из муки пшеничной высшего сорта и опытные образцы с внесением зерновой смеси в количестве 5, 10, 15, 20 и 25 %. Качественные характеристики сырья представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Качественные характеристики сырья

Испытываемое сырье	Показатель	Характеристика
Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	Цвет	Белый с кремоватым оттенком
	Запах	Без посторонних запахов, не затхлый
	Массовая доля влаги	12,8 %
	Количество сырой клейковины	28,0 %
Дрожжи хлебопекарные прессованные	Цвет	Светлый, равномерный
	Вкус и запах	Свойственный
	Консистенция	Плотная
	Массовая доля влаги	75,0 %
	Подъемная сила	70 мин
Соль поваренная пищевая	Внешний вид	Кристаллический сыпучий продукт
	Цвет	Белый
Зерновая смесь «Деревенская»	Массовая доля влаги	9,2 %
	Внешний вид	Порошок сероватого цвета с вкраплениями семян льна, кунжута, пшеницы, ядра подсолнечника и частиц овсяной и кукурузной крупки

Приготовление хлеба проводили ускоренным способом [2] (без опары). Объем теста в процессе брожения представлен в табл. 2.

Объем теста в опытных образцах изменялся на 1,27; 3,18 и 4,14 % по сравнению с контролем, при 20 % объем теста остался прежним, а при 25 % даже снизился на 0,32 %.

Выпечку производили в производственных условиях. После выпечки и охлаждения готовые изделия анализировали на соответствие требованиям качества. Оценка качества контрольного и опытных образцов представлены в табл. 3, 4 и 5.

Т а б л и ц а 2

Объем теста в процессе брожения, см³

Время брожения	Контроль	Опытные образцы (зерновая смесь)				
		5 %	10 %	15 %	20 %	25 %
К началу брожения	310	310	310	310	310	310
Через 60 мин	628	636	648	654	628	626
Через 120 мин	1 112	1 128	1 136	1 140	1 121	1 080
Через 170 мин	1 396	1 424	1 432	1 438	1 398	1 380

Т а б л и ц а 3

Органолептические показатели качества испытуемых образцов, балл

Показатель	Контроль	Опытные образцы (зерновая смесь)				
		5 %	10 %	15 %	20 %	25 %
Форма, состояние поверхности корки, К _в =2	8,8	8,8	9,6	9,6	8,8	8,0
Окраска корки, К _в =2	8,8	10,0	10,0	10,0	7,6	7,6
Цвет мякиша, К _в =3	12,0	15,0	15,0	14,4	11,4	11,4
Характер пористости, К _в =3	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Эластичность мякиша, К _в =3	14,4	14,4	12,0	12,0	9,6	9,6
Аромат, К _в =3	9,6	12,0	14,8	15,4	9,6	9,6
Вкус, К _в =3	14,4	14,4	14,4	15,0	7,2	6,0
Разжевываемость, К _в =1	4,8	5,0	5,0	5,0	4,8	3,8
Суммарный показатель качества	85,0	91,6	92,8	92,8	71,0	68,0
Категория качества	Хорошее		Отличное		Удовлетворительное	

Т а б л и ц а 4

Физико-химические показатели хлеба

Показатель	Контроль	Опытные образцы (зерновая смесь)				
		5 %	10 %	15 %	20 %	25 %
Влажность мякиша, %	43,0	43,0	43,2	43,2	43,3	43,3
Кислотность, град	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Пористость, %	74,0	74,0	74,0	74,0	72,0	71,0
Объемный выход, см ³	446,0	448,0	450,0	448,0	441,0	435,0

Т а б л и ц а 5

Показатели диаметра, высоты и формоустойчивости подового хлеба

Показатель	Контроль	Опытные образцы (зерновая смесь)				
		5 %	10 %	15 %	20 %	25 %
Диаметр, см	15,5	14,0	14,0	14,0	15,0	15,5
Высота, см	4,5	5,0	5,5	5,5	4,5	4,0
Формоустойчивость	0,290	0,357	0,392	0,392	0,300	0,258

Объем подового хлеба в опытных образцах увеличился в 1,23; 1,35 и 1,35 раза в сравнении с контролем. Это обусловлено составом смеси, что позволяет тесту при брожении удерживать большее количество углекислого газа и как результат хорошая формоустойчивость подовых изделий [2].

Учитывая проведенные исследования, был выбран образец с частичной заменой муки пшеничной на зерновую смесь «Деревенская» в количестве 15 %.

Химический состав образцов представлен в табл. 6 и 7 [1].

Т а б л и ц а 6

Содержание химического состава в 100 г образцов

Вещество	Зерновая смесь «Деревенская»	Мука пшеничная высшего сорта	Хлеб	
			Контроль	Зерновая смесь (15 %)
Белок, г	16,60	10,30	7,84	10,33
Клетчатка, г	1,79	0,10	0,10	0,30
Зола, г	1,99	0,50	1,36	1,50
Калий, мг	515,10	122,00	119,70	144,29
Кальций, мг	133,80	18,00	19,22	31,95
Магний, мг	71,26	16,00	13,36	19,43
Фосфор, мг	143,60	86,00	42,28	47,90
Железо, мг	7,58	1,20	0,98	1,68

Таблица 7

Аминокислотный состав белков, мг/100г

Аминокислота	Зерновая смесь «Деревенская»	Мука пшеничная высшего сорта	Хлеб	
			Контроль	Зерновая смесь (15 %)
Незаменимые аминокислоты				
Валин	651,29	281,23	257,74	355,02
Лейцин	1 262,90	766,02	548,86	811,46
Изолейцин	525,07	343,39	286,09	363,75
Лизин	592,86	193,86	161,51	308,04
Метионин	528,72	164,31	150,59	497,80
Треонин	327,97	224,28	239,80	174,23
Фенилаланин	790,90	517,23	387,84	602,70
Итого	4 679,71	2 490,32	2 032,43	3 113,79
Заменимые аминокислоты				
Глутаминовая	4 208,99	3 995,78	3 382,63	3 432,86
Гистидин	449,76	287,01	206,67	298,60
Аргинин	1 061,30	373,17	266,00	507,32
Пролин	996,32	681,20	208,10	529,17
Глицин	820,63	402,10	257,10	435,87
Аланин	760,49	355,76	188,10	350,77
Цистин	965,54	165,03	211,75	717,96
Тирозин	485,70	265,66	162,31	257,97
Аспарагиновая	808,78	254,06	383,50	261,21
Серин	561,86	369,83	312,85	265,19
Итого	15 800,36	9 640,99	7 611,44	10 170,25

Проведенные исследования позволяют нам рекомендовать для внедрения и освоения данный продукт на различных хлебопекарных предприятиях.

Библиографический список

1. Бычкова Е. С., Рождественская Л. Н., Погорова В. Д. и др. Технологические особенности и перспективы использования растительных белков в индустрии питания. Часть 1. Анализ пищевой и биологической ценности высокобелковых продуктов растительного происхождения // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 2. – С. 53–57.
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. 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.
4. Лесникова Н. А., Лазарев В. А., Чеченихина О. С., Котова Т. В. Исследование физико-химических свойств механоактивированной муки из жмыха зародышей пшеницы // Индустрия питания. – 2023. – Т. 8, № 4. – С. 49–57.

Ультразвуковая обработка как фактор улучшения органолептики мясокостного бульона из говядины

Аннотация. В работе представлена органолептическая оценка мясокостного бульона из говядины, приготовленного традиционным способом и с применением ультразвуковой обработки. Разработана специализированная 5-балльная шкала, включающая 8 дескрипторов. Установлено, что ультразвук улучшает аромат, наваристость, сбалансированность вкуса, послевкусие и структуру жирового слоя, хотя незначительно снижает прозрачность. Интегральная оценка опытного образца составила 4,85 балла, оценка контрольного образца – 4,00 балла.

Ключевые слова: мясокостный бульон; ультразвуковая обработка; органолептическая оценка.

Качество мясокостных бульонов определяется комплексом органолептических показателей: прозрачностью, цветом, интенсивностью и типичностью аромата, вкусовой насыщенностью (наваристостью), сбалансированностью, послевкусием и характеристикой жирового слоя. Традиционная технология варки, включающая длительную тепловую обработку (3,5–4,0 ч), не всегда позволяет достичь максимальной экстракции вкусо-ароматических веществ из сырья [7]. Это обуславливает необходимость поиска методов интенсификации технологического процесса.

Одним из перспективных направлений является применение ультразвуковой обработки. Ультразвук частотой 16–100 кГц с интенсивностью 10–1000 Вт/см² активно используется в пищевой промышленности для модификации химических и физических свойств продуктов [7]. Установлено, что ультразвуковая кавитация способствует деструкции мышечных волокон, эмульгированию жира и более полному переходу экстрактивных веществ в бульон [4]. Однако влияние ультразвуковой обработки на формирование органолептического профиля именно мясокостных говяжьих бульонов остается недостаточно изученным.

Цель работы – органолептическая оценка качества образцов мясокостных бульонов, приготовленных традиционным способом и с применением ультразвука, с использованием разработанной 5-балльной шкалы.

Задачи:

- разработать 5-балльную шкалу органолептической оценки для мясокостных бульонов с детализированными дескрипторами;
- провести апробацию шкалы на контрольном и опытном образцах;

– сравнить сенсорные характеристики образцов и интерпретировать различия с позиций физико-химических процессов, индуцированных ультразвуком.

Объекты исследования – два образца мясокостного бульона, приготовленные из рубленых говяжьих костей лопатки (5–6 см) и охлажденного мяса говядины тощей категории.

Контрольный образец: варка подпеченного мяса и костей (соотношение сырье:вода = 1:1) с удалением пены; доведение до кипения на максимальном нагреве, затем варка при слабом кипении 3,5 ч.

Опытный образец: варка в тех же пропорциях, но с непрерывным ультразвуковым воздействием (частота 40 кГц, мощность 60 Вт, продолжительность 4 ч, температура 80 °С, пьезокерамический излучатель).

Органолептическую оценку образцов проводили в соответствии с ГОСТ 9959-2015 и ГОСТ 31986-2012. Отбор проб – в стерильную сухую стеклянную посуду, объем пробы 50 см³, температура дегустации 65 °С [1].

В связи с тем, что стандартная 9-балльная шкала ГОСТ 9959-2015 не учитывает специфику жидких продуктов (прозрачность, характер жирового слоя, послевкусие) и не дифференцирует вклад отдельных сенсорных атрибутов, авторами была разработана 5-балльная шкала (табл. 1). Шкала включает 8 единичных показателей, каждый из которых имеет вербальные дескрипторы для градаций от 1 («неудовлетворительно») до 5 («отлично»). Такой подход позволяет формализовать субъективный процесс дегустации и минимизировать влияние индивидуальных предпочтений экспертов [1].

Результаты оценки представлены в табл. 2. Также для показателей были установлены коэффициенты весомости, где вкусовые показатели и аромат имеют более высокий приоритет при оценке.

Т а б л и ц а 1

**Фрагмент шкалы органолептической оценки
мясокостного бульона (ключевые показатели)**

Комплексный показатель	Единичный показатель	5 баллов	4 балла	3 балла
Внешний вид	Прозрачность	Маломутный, блески жира	Слегка мутный	Мутноватый, заметные частицы
Запах	Интенсивность	Интенсивный	Достаточно интенсивный	Умеренный
Вкус	Наваристость	Насыщенный, умами	Достаточно наваристый	Умеренная наваристость

Результаты органолептической оценки образцов

Показатель	Коэффициент весомости	Контрольный образец		Опытный образец	
		Балл	Взвешенный балл	Балл	Взвешенный балл
Прозрачность	0,05	4,00	0,20	3,00	0,15
Цвет	0,05	4,00	0,20	4,00	0,20
Интенсивность аромата	0,15	4,00	0,60	5,00	0,75
Типичность аромата	0,15	4,00	0,60	5,00	0,75
Наваристость	0,20	4,00	0,80	5,00	1,00
Сбалансированность вкуса	0,20	4,00	0,80	5,00	1,00
Послевкусие	0,10	4,00	0,40	5,00	0,50
Жировой слой	0,10	4,00	0,40	5,00	0,50
<i>Итого</i>	<i>1,00</i>	—	<i>4,00</i>	—	<i>4,85</i>

Прозрачность и цвет. Снижение прозрачности в опытном образце обусловлено кавитационными эффектами: ультразвук вызывает диспергирование жира и белковых агрегатов, формируя устойчивую мелкодисперсную эмульсию [7]. Это не является дефектом, а представляет собой объективное физико-химическое явление, сопровождающее интенсификацию экстракции. Цвет в обоих образцах светло-желтый с сероватым оттенком, что свидетельствует о сохранении типичной цветовой гаммы говяжьего бульона.

Аромат. Интенсивность и типичность аромата в опытном образце оценены в 5 баллов против 4 в контрольном. Это объясняется более полным переходом летучих ароматических соединений, в частности метилона (дает пряный сернистый аромат, характерный для отварной говядины), гексаналя (травянистые ноты), гептаналя и нонаналя (восковые оттенки) [6]. Кроме того, ультразвуковая обработка оптимизирует эмульсионную структуру, увеличивая площадь связывания гидрофобных ароматических молекул с жировой фазой, что предотвращает их потерю при варке [4].

Вкус. Наваристость, сбалансированность и послевкусие в опытном образце получили максимальные 5 баллов. Ключевую роль играет усиление вкуса умами, носителями которого являются глутаминовая и аспарагиновая кислоты, а также инозиновая кислота [2; 6]. Ультразвуковая кавитация способствует деструкции мышечных волокон и высвобождению этих соединений. Кроме того, в опытном образце отмечено появление небольшого «металлического» послевкусия – признака высокого содержания экстрактивных веществ и свободных аминокислот [5].

Особого внимания заслуживает эффект, аналогичный действию кокуми-соединений. Кокуми – сенсорное ощущение комплексности, полноты вкуса и длительности послевкусия, возникающее при длительном приготовлении или ферментации. Кокуми-соединения сами по себе не имеют вкуса, но активируют кальциевые рецепторы на языке, усиливая восприятие насыщенности и густоты [5]. Комбинация эндогенных кокуми-соединений с глутаматом и инозинат-монофосфатом дает синергетический эффект. В опытном образце ультразвук, вероятно, способствовал накоплению таких соединений, что проявилось в более высокой оценке «наваристости» и длительном послевкусии.

Жировой слой. В контрольном образце отмечена незначительная неоднородность жирового слоя (4 балла), в опытном – равномерный тонкий слой без сгустков (5 баллов). Это прямое следствие эмульгирующего действия ультразвука: кавитация уменьшает размер жировых капель и способствует их равномерному распределению [4; 7].

Разработана 5-балльная шкала органолептической оценки мясокостных бульонов, включающая 8 единичных показателей с вербальными дескрипторами. Шкала позволяет дифференцированно оценивать качество продукта с учетом специфических характеристик (прозрачность, жировой слой, послевкусие) и может быть рекомендована для лабораторной и производственной практики.

Установлено, что ультразвуковая обработка (40 кГц, 60 Вт, 4 ч, 80 °С) положительно влияет на сенсорные характеристики мясокостного говяжьего бульона: усиливает интенсивность и типичность мясного аромата; повышает наваристость, сбалансированность вкуса и длительность послевкусия; улучшает равномерность жирового слоя.

Снижение прозрачности в опытном образце (3 балла против 4 в контрольном образце) не является критическим недостатком, а обусловлено объективным физико-химическим процессом – эмульгированием жира под действием кавитации, что способствует удержанию ароматических соединений и улучшению вкусового профиля.

Интегральная оценка опытного образца (4,85 балла) превзошла контрольный (4,00 балла), что подтверждает перспективность применения ультразвука для улучшения сенсорных характеристик мясокостных бульонов.

Дальнейшие исследования предполагают оптимизацию параметров ультразвукового воздействия (мощность, частота, продолжительность, импульсный или непрерывный режим) с целью достижения максимального сенсорного качества при минимальных временных и энергетических затратах. Также необходима корреляция сенсорных

данных с физико-химическими показателями – аминокислотным профилем, нуклеотидами, содержанием экстрактивных веществ и летучих ароматических соединений [3].

Библиографический список

1. Гутникова О. Н., Павлуненко Л. Е. Дегустация продукции как инструмент органолептического анализа в системе управления качеством торговых услуг // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2021. – Т. 6, № 64. – С. 68–78.
2. Комарова Ю В., Ковалева О. А. Прогнозирование органолептических характеристик термообработанных мясных продуктов из свинины по белковому спектру мясного сырья // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2014. – № 6 (29). – С. 3–7.
3. Li X., Meng H., Zhu Y. *et al.* Correlation analysis on sensory characteristics and physicochemical indices of bone broth under different processing methods // Food Chemistry Advances. – 2022. – Vol. 1. – Art. 100036.
4. Qi J., Jia C.-K., Zhang W.-W. *et al.* Ultrasonic-assisted stewing enhances the aroma intensity of chicken broth: A perspective of the aroma-binding behavior of fat // Food Chemistry. – 2023. – Vol. 403. – Art. 133913.
5. Tang C. S., Tan V. W. K., Teo P. S., Forde C. G. Savoury and kokumi enhancement increases perceived calories and expectations of fullness in equicaloric beef broths // Food Quality and Preference. – 2020. – Vol. 83. – Art. 103897.
6. Yuan C., Xu C., Chen L. *et al.* Effect of Different Cooking Methods on the Aroma and Taste of Chicken Broth // Molecules. – 2024. – Vol. 29. – Art. 1532.
7. Zou Y., Kang D., Liu R. *et al.* Effects of ultrasonic assisted cooking on the chemical profiles of taste and flavor of spiced beef // Ultrasonics Sonochemistry. – 2018. – Vol. 46. – P. 36–45.

Нетрадиционные источники сырья в составе изделий из творога

Аннотация. В настоящее время становится все более востребованным направление разработки продуктов питания с полной заменой малоценного с пищевой точки зрения сырья на ингредиенты повышенной пищевой ценности, обладающие функциональной направленностью при высоких показателях качества и безопасности. В статье рассмотрена возможность полной замены пшеничной муки высшего сорта в сырниках из творога на смесь порошка из нетрадиционных видов муки амаранта, кукурузы и моркови. Представлена рецептура такого творожного изделия без использования сахарного песка. Проведен органолептический анализ. Доказано, что в разработанном изделии присутствуют все незаменимые аминокислоты, что говорит о высокой биологической ценности белка и сбалансированности аминокислотного состава. Определены пищевая и энергетическая ценность и рассчитан витаминно-минеральный состав разработанного изделия с учетом потерь при тепловой обработке.

Ключевые слова: нетрадиционное сырье; порошкообразный полуфабрикат; сырники из творога; технология; показатели качества.

Питание является одним из важнейших факторов, которой влияет непосредственно на здоровье населения, поэтому особо важно совершенствовать подходы к созданию новых продуктов с функциональной направленностью, то есть комбинирование кисломолочных продуктов с растительным сырьем [2], например, использование нетрадиционных видов муки амарантовой и кукурузной, которые отличаются как высоким содержанием пищевых волокон, так и интересным витаминно-минеральным составом [3].

Творог является популярным продуктом, его потребляют как вместе со сметаной или сливками, так и готовят различные изделия и самостоятельные кулинарные блюда. Он богат медленно усваиваемым молочным белком – казеином, дающим продолжительное чувство сытости, богат минеральными веществами: кальцием, калием и фосфором [5].

Среди популярных изделий из творога среди населения являются сырники, которые зачастую употребляются с сахаром или со сгущенным молоком, что влечет за собой увеличения глюкозы в крови. Кроме того, блюда из творога имеют невысокое содержание пищевых волокон и витаминов [1].

Авторами предложена разработка сухого порошкообразного полуфабриката, который можно использовать в технологии кулинарных блюд и изделий из творога. В связи с этим была поставлена задача по

разработке рецептуры сырников из творога с полной замены пшеничной муки на сухой порошкообразный полуфабрикат из смеси муки амаранта и кукурузы и порошка моркови, содержание компонентов в котором определяли опытным путем – установлено соотношение 2:2:1.

Для приготовления морковного порошка свежую морковь очищали, промывали, дочищали и при помощи ручной овощерезки резали вдоль на тонкие слайсы. Слайсы погружались в кипящую воду на 2 мин для удаления части ферментов, которые способны существенно сократить срок хранения будущего порошка. После морковные слайсы остужали, обсушивали, выкладывали на противень и высушивали в конвекционной печи в течении 7 ч при температуре 60 °С, затем измельчали в кофемолке до фракционного состава не более 100 мкм. Далее в установленном соотношении соединяли полученный морковный порошок и просеянную смесь амарантовой и кукурузной муки.

Был установлен химический состав полученного сухого порошкообразного полуфабриката, который показал высокое содержание пищевых волокон, β -каротина и других микронутриентов. Наличие простых моно- и дисахаридов в моркови дало возможность разработать рецептуру творожного блюда без внесения сахара-песка.

При разработке рецептуры сырников из творога с полной заменой пшеничной муки высшего сорта на порошкообразный полуфабрикат (25 г/180 г готового изделия) была взята рецептура № 294 2-й вариант СТН. Контрольный образец изготавливали по традиционной рецептуре с использованием муки пшеничной высшего сорта и сахара.

Рецептура разработанного изделия представлена в таблице.

Рецептура «Сырники из творога с сухим полуфабрикатом», г

Сырье	Масса брутто	Масса нетто
Творог 9 % м.д.ж	152	150
Яйцо куриное С0	10	10
Порошкообразный полуфабрикат	25	25
<i>Масса полуфабриката</i>	–	<i>185</i>
<i>Масса готового изделия</i>	–	<i>180</i>

Творог для сырников протирали через сито и пробивали погружным блендером до однородной массы. Обработанное яйцо разбивали в отдельную емкость и взбивали, после вводили в творожную массу и хорошо перемешивали. Добавляли сухой порошкообразный полуфабрикат и снова хорошо перемешали. Полученную массу скатывали в шар, отбивали, придавая вытянутую овальную форму, и нарежали на шесть равных частей. Каждую часть формовали в виде шайбы, панировали в кукурузной муке

и обжаривали на сковороде смазанной растительным маслом по 3 мин с каждой стороны до золотистого цвета на поверхности.

Готовое изделие направляли на органолептическую оценку. При оценке органолептических показателей качества было установлено:

- изделие доведено до готовности;
- внешний вид: румяная корочка, без трещин на поверхности, сохранившие свою форму, на разрезе видны включения моркови, которые не ухудшают внешний вид изделия;
- цвет: корочка от золотистого до светло коричневого, на разрезе молочно-желтоватый;
- консистенция: нежная, сочная, мягкая, включения моркови не чувствуются;
- вкус характерный продуктам из творога, за счет морковного порошка в составе сухого полуфабриката ощущается сладкий вкус, а амарантовая мука подчеркивает молочный вкус, без постороннего послевкусия;
- запах: молочный, соответствует входящим в состав изделия ингредиентам.

На рис. 1 представлен вид готового изделия.



Рис. 1. Готовое изделие:
а – вид сверху; б – вид на разрезе

В экспериментальном образце был проведен расчет пищевой и энергетической ценности. Полученные результаты сравнивали с данными контрольного образца (рис. 2).

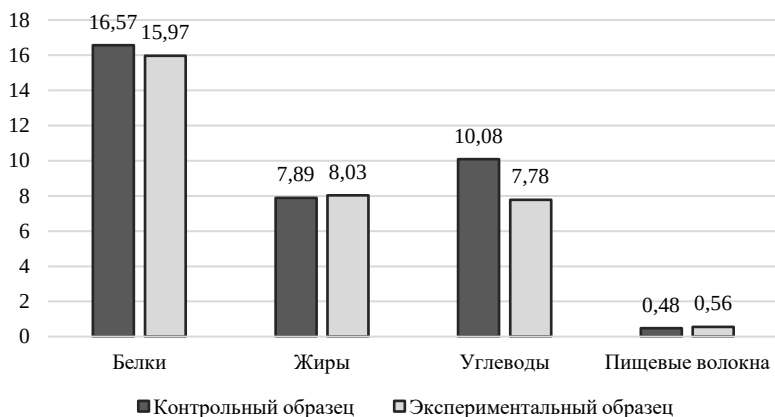


Рис. 2. Результаты расчета пищевой ценности образцов, г/100 г

При расчете пищевой ценности экспериментального и контрольного образца было установлено незначительные изменения по белкам и жирам. Уменьшение содержания простых сахаров в экспериментальном образце связано с отсутствием сахара-песка в рецептуре. А повышение содержания пищевых волокон в экспериментальном образце обусловлено особенностями химического состава вносимого сухого порошкообразного полуфабриката, где содержание пищевых волокон достаточно высоко. Энергетическая ценность экспериментального образца составила 168,39 ккал (705,55 кДж) на 100 г готового изделия, что в пределах значений контрольного образца.

Поскольку творог имеет достаточно сбалансированный аминокислотный состав [4], то был определен аминокислотный скор экспериментального образца и дано сравнение с контрольным. Данные расчета представлены на рис. 3.

Как показывает проведенный анализ содержание аминокислот осталось в пределах контрольного образца, что говорит о высокой биологической ценности белка в разработанном изделии. Лимитирующих аминокислот нет.

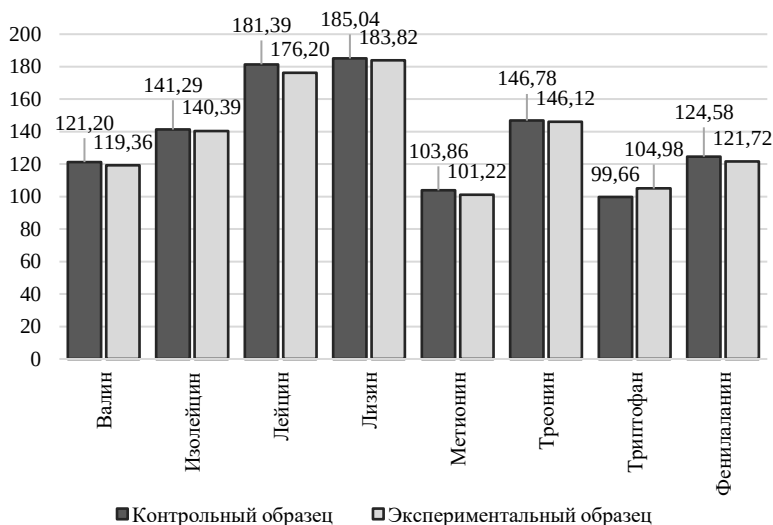


Рис. 3. Результаты расчета аминокислотного сора
незаменимых аминокислот, %

Использование порошкового полуфабриката в рецептуре взамен пшеничной муки позволило улучшить витаминно-минеральный состав экспериментального образца. Так, установлен прирост таких минеральных веществ как йода в 2,2 раза и цинка в 1,4 раза относящихся к жизненно важным микроэлементам. Содержание β -каротина в экспериментальном образце позволяет рассматривать изделие в качестве продукта функциональной направленности, поскольку его содержание в одной порции (180 г) превышает 15 % средней суточной нормы¹. Это связано с наличием в составе порошкообразного полуфабриката морковного порошка, количество которого в готовом изделии составляет 20 мкг%, когда суточная норма² равна 5 мг.

В заключении, можно сделать вывод. Разработанное творожное изделие отличается высокими органолептическими показателями качества, улучшенным витаминно-минеральным составом, повышенным содержанием пищевых волокон и заметным снижением содержания простых сахаров по сравнению с контрольным образцом. Изделие имеет функциональную направленность по провитамину β -каротин. Замена

¹ ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения.

² МР 2.3.1.0253-21. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

пшеничный муки высшего сорта на порошкообразный полуфабрикат позволяет отнести разработанное изделие к безглютеновому.

Библиографический список

1. *Костромкина Н. В., Иванова Н. Н., Бардин А. В.* Химический состав и пищевая ценность творога // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 83-2. – С. 80–83.
2. *Лаврова Л. Ю., Борцова Е. Л., Ермаков С. А., Музюкин И. Л.* Разработка творожного полуфабриката с функциональными свойствами // Современная наука и инновации. – 2023. – № 2 (42). – С. 125–132.
3. *Марухина Е. А.* Обоснование применения нетрадиционного растительного сырья в производстве функционального кисломолочного продукта // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 5, № 2. – С. 222–226.
4. *Михеева Ф. И.* Химический состав творога и его влияние на организм человека // Студенческая наука – первый шаг к цифровизации сельского хозяйства: материалы IV Всерос. студ. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 27 сентября 2024 г.): в 3 ч. – Чебоксары: Чувашский ГАУ, 2024. – Ч. 1. – С. 457–462.
5. *Пшенина Н. С., Катусов Д. Н.* Анализ преимуществ использования нетрадиционных видов муки // Проблемы научной мысли. – 2024. – Т. 6, № 4. – С. 82–85.

Е. Ю. Корчемкина

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Ресурсосберегающая технология функциональных урбечей с использованием порошков из вторичного плодово-ягодного сырья

Аннотация В работе обоснована технология обогащенных урбечей на основе кедрового ореха с добавлением порошка из облепихового жом. Определены оптимальные параметры сушки вторичного сырья, обеспечивающие сохранность аскорбиновой кислоты $\geq 70\%$. Изучены реологические характеристики продукта (вязкость, предел текучести) при разных температурах. Установлено снижение перекисного и кислотного чисел за 120 сут хранения. Образец с 5 % жом получил наивысшую органолептическую оценку 4,7 балла.

Ключевые слова: вторичное плодово-ягодное сырье; облепиховый жом; урбеч; кедровый орех; реология; антиоксидантная стабильность; аскорбиновая кислота; ресурсосбережение.

Введение

Ежегодно в России образуется около 16 млн т пищевых отходов. При переработке плодов и ягод в соки и пюре до 40 % массы переходит в жом, выжимки, семена [1]. Это сырье содержит витамины, пектино-

вые вещества, пищевые волокна, антиоксиданты, причем их концентрация может быть выше, чем в исходных плодах [2]. Однако большая часть отходов утилизируется или используется в непищевых целях.

В Уральском федеральном округе сосредоточено 5–7 % вторичного сырья от общероссийского объема. Региональное сырье отличается высокой антиоксидантной активностью [4].

Урбечи (пасты из орехов, семян, злаков без термической обработки) являются удобной матрицей для обогащения [5]. Ранее не исследовалась возможность использования порошков из облепихового жома для улучшения реологических и антиоксидантных свойств кедрово-ореховых урбечей [3].

Цель работы — разработка и комплексная оценка качества урбечей из кедрового ореха, обогащенных порошком облепихового жома.

Объекты и методы

Объекты:

- жом облепихи (*Hippophae rhamnoides*), красной рябины (*Sorbus aucuparia*), цельные плоды черемухи (*Padus avium*);
- порошки из высушенного жома (размер частиц ≤ 1 мм);
- урбечи из кедрового ореха: контрольный и с добавлением 5,0; 7,5 и 10,0 % облепихового жома.

Методы исследования представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Методы исследования

Показатель	Метод
Аскорбиновая кислота	ГОСТ 34151-2017
Редуцирующие сахара	ГОСТ Р 50549-93
Влажность	Высушивание до постоянной массы при 130°C
Пектиновые вещества	ГОСТ 29059-91
Перекисное число	ГОСТ Р 51487-99
Кислотное число	ГОСТ 31933-2012
Вязкость, предел текучести, пластичность	Ротационная вискозиметрия (5, 18 и 36 °C)
Органолептика	ГОСТ 31986-2012 (5-балльная шкала)
Микробиология	ТР ТС 021/2011

Результаты и обсуждение

Оптимизация сушки жома. Сушку проводили в дегидраторе *EKSI EKD-10* (Китай) при 45–60 °C в течение 10–14 ч. Ключевым критерием выбора температурного режима являлось остаточное содержание аскорбиновой кислоты, так как данный витамин наиболее чувствителен к тепловому воздействию [2]. Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Изменение содержания аскорбиновой кислоты при сушке, % от исходного

Температура, °С	Жом облепихи	Жом красной рябины	Плоды черемухи
45	73,0	73,8	71,1
50	73,0	71,4	70,0
55	66,3	65,1	62,2
60	55,8	59,0	51,1

Анализ данных табл. 2 показывает, что повышение температуры сушки с 45–50 до 55–60 °С приводит к резкому росту потерь аскорбиновой кислоты – с 27–30 до 33–49 % в зависимости от вида сырья. Наиболее устойчивым оказался облепиховый жом, наименее – плоды черемухи. На основании полученных результатов оптимальным признан режим: температура 45–50 °С, продолжительность 12 ч, конечная влажность 8,5–11,0 %, потери аскорбиновой кислоты не более 30 %.

Органолептические и физико-химические показатели порошков представлены в табл. 3. После сушки и измельчения на мельнице КТ-1329 (размер частиц ≤ 1 мм) была проведена органолептическая оценка полученных порошков.

Т а б л и ц а 3

Органолептические показатели порошков из жома

Показатель	Облепиха	Красная рябина	Черемуха
Внешний вид	Тонкоизмельченный однородный порошок, без комков		
Консистенция	Сухая, порошкообразная		
Вкус, запах	Кисловатый, аромат ягоды	Кисловато-горький, слабый аромат	Сладковато-вяжущий
Цвет	Оранжевый	Красновато-коричневый	Темно-коричневый с фиолетовым оттенком

Как следует из табл. 3, все полученные образцы порошков сохранили типичные органолептические характеристики исходного сырья. Облепиховый порошок отличается приятным кисловатым вкусом и ярким оранжевым цветом, что делает его наиболее предпочтительным для использования в качестве обогащающей добавки в урбечи с нейтральным вкусом кедрового ореха.

Физико-химические показатели порошков представлены в табл. 4. Для обоснования выбора наиболее ценного с точки зрения биологической активности сырья были определены физико-химические показатели порошков.

Таблица 4

Физико-химические показатели порошков

Показатель	Облепиха	Красная рябина	Черемуха
Влажность, %	11,3±0,02	10,8±0,02	9,7±0,02
Редуцирующие сахара, %	3,3±0,01	4,6±0,02	5,7±0,05
Пектин, %	0,6±0,02	1,1±0,02	0,2±0,02
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	20,2±0,050	13,0±0,020	6,1±0,006

Данные табл. 4 свидетельствуют, что порошок из облепихового жом содержит максимальное количество аскорбиновой кислоты (20,2 мг/100 г) – в 1,5 раза больше, чем жом красной рябины, и в 3,3 раза больше, чем черемуха. Это делает облепиховый жом наиболее перспективным для обогащения урбечей с целью повышения их антиоксидантного потенциала. Содержание влаги во всех образцах находится в пределах, обеспечивающих микробиологическую стабильность.

Показатели безопасности порошков представлены в табл. 5. Учитывая отсутствие специализированной нормативной документации на порошки из вторичного сырья, оценку безопасности проводили в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [1].

Таблица 5

Показатели безопасности порошков

Показатель	Облепиха	Красная рябина	Черемуха	Норма
Кадмий, мг/кг	0,002	0,001	0,002	≤0,03
Свинец, мг/кг	0,002	0,002	0,002	≤0,5
КМАФАнМ, КОЕ/г	1,0·10 ²	1,2·10 ²	1,0·10 ²	≤5·10 ³
Плесени, КОЕ/г	60	80	90	≤100
Дрожжи, КОЕ/г	20	20	40	≤100

Как видно из табл. 5, содержание токсичных элементов (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть) во всех образцах значительно ниже установленных нормативов. Микробиологические показатели также не превышают допустимых значений. Это подтверждает безопасность использования разработанных порошков в пищевых целях. На основании проведенных исследований установлен срок годности порошков в вакуумной

упаковке – 6 мес при температуре 18–25 °С и относительной влажности 65–70 % [3].

Реологические свойства урбечей с облепиховым жомом. Для оценки потребительских свойств обогащенных урбечей были исследованы реологические показатели (вязкость, предел текучести, пластичность) при температурах 5, 18 и 36 °С. Результаты измерения вязкости приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Вязкость урбечей при разных температурах
(с отклонением от контрольного образца), Па·с**

Образец	5 °С	18 °С	36 °С
Контроль	0,36	0,20	0,12
5,0 % жома	0,39 (+8 %)	0,22 (+10 %)	0,13
7,5 % жома	0,45 (+25 %)	0,28 (+40 %)	0,15
10,0 % жома	0,52 (+44 %)	0,31 (+55 %)	0,17

Анализ табл. 6 показывает, что при температуре 5 °С добавление 10,0 % жома увеличивает вязкость на 44,4 % по сравнению с контролем. Это объясняется тем, что частицы жома адсорбируют свободный жир и влагу, формируя дополнительную пространственную сетку. При повышении температуры до 36 °С разница в вязкости между образцами сглаживается, однако обогащенные образцы сохраняют более высокие показатели. Наиболее выраженные тиксотропные изменения зафиксированы при 36 °С, что важно для прогнозирования поведения продукта при употреблении.

Далее оценивали предел текучести и пластичность (табл. 7).

Таблица 7

Предел текучести и пластичность образцов при разных температурах

Образец	Предел текучести, Па	Пластичность, Па·с
5 °С		
Контроль	9,0±0,3	1,6±0,02
5,0 % жома	10,5±0,3	1,8±0,02
7,5 % жома	12,0±0,5	2,0±0,02
10,0 % жома	13,5±0,5	2,4±0,02
18 °С		
Контроль	3,5±0,05	1,4±0,02
5,0 % жома	4,0±0,05	1,6±0,02
7,5 % жома	4,4±0,05	1,8±0,02
10,0 % жома	4,6±0,05	1,8±0,02

Образец	Предел текучести, Па	Пластичность, Па·с
36 °С		
Контроль	2,5±0,02	1,0±0,02
5,0 % жома	2,8±0,02	1,2±0,02
7,5 % жома	3,0±0,02	1,2±0,02
10,0 % жома	3,4±0,02	1,6±0,02

Из табл. 7 следует, что показатели предела текучести и пластичности закономерно увеличиваются с ростом концентрации вносимого порошка, что связано с повышением содержания сухих веществ. При повышении температуры показатели снижаются, однако образцы с добавлением жома сохраняют более высокие структурно-механические характеристики по сравнению с контролем. Все реологические зависимости были аппроксимированы степенным уравнением Оствольда – де Вале (коэффициенты детерминации превышают 0,96), что подтверждает адекватность модели.

Окислительная стабильность. Для оценки эффективности использования облепихового жома как источника природных антиоксидантов проводили мониторинг перекисного и кислотного чисел в течение 120 сут хранения при температуре не выше 20 °С [2; 4]. Результаты представлены в табл. 8.

Таблица 8

Изменение перекисного и кислотного чисел

Показатель	Контроль		5 % жома	
	0 сут	120 сут	0 сут	120 сут
Перекисное число, мэкв/кг	8,80	9,20	8,90	8,10 (–9,0 %)
Кислотное число, мг КОН/г	3,70	4,10	3,80	3,60 (–5,3 %)

Данные табл. 8 демонстрируют, что в контрольном образце за 120 сут хранения перекисное число увеличилось на 4,5 %, а кислотное – на 10,8 %. В то же время в образце с добавлением 5,0 % облепихового жома наблюдается снижение перекисного числа на 9,0 % и кислотного на 5,3 %. Это свидетельствует о высоком содержании природных антиоксидантов (токоферолов, фенольных кислот) в облепиховом жоме, которые тормозят окислительные процессы в жировой фазе урбеча.

Органолептическая оценка урбечей представлена в табл. 9. Органолептическую оценку проводили по 5-балльной шкале с участием дегустационной комиссии.

Органолептическая оценка, балл

Образец	Вкус	Аромат	Консистенция	Цвет	Средний балл
Контроль	4,5	4,5	4,8	4,5	4,6±0,2
5,0 % жома	4,8	4,8	4,6	4,6	4,7±0,2
7,5 % жома	4,2	4,2	4,2	4,4	4,3±0,2
10,0 % жома	3,8	3,8	4,0	4,4	4,0±0,2

Как следует из табл. 9, наивысшую оценку (4,7 балла) получил образец с внесением 5,0 % облепихового жома. Дегустаторы отметили приятный кисловатый оттенок, хорошо сочетающийся с ореховым вкусом кедрового ореха, а также гармоничный аромат. Увеличение концентрации жома до 7,5 и 10,0 % приводит к появлению излишней кислоты и некоторому ухудшению консистенции (продукт становится более плотным). Таким образом, оптимальной является добавка 5,0 % облепихового жома.

Микробиологическая стабильность и срок годности. В ходе 120 сут хранения все образцы урбечей исследовались на микробиологические показатели. Установлено, что КМАФАнМ, БГКП, *S. aureus*, плесени и дрожжи находились в пределах допустимых норм согласно ТР ТС 021/2011. На основании проведенных исследований установлен срок годности обогащенных урбечей – до 4 мес.

Заключение (выводы)

Обоснован оптимальный режим сушки плодово-ягодного жома: 45–50 °С, 12 ч, влажность 8,5–11 %, потери аскорбиновой кислоты ≤30 %.

Установлено, что добавление облепихового жома (5–10 %) повышает вязкость, предел текучести и пластичность урбечей, особенно при 5 °С (вязкость +44 %).

Показано, что порошок облепихового жома снижает перекисное число на 9,0 % и кислотное на 5,3 % за 120 сут хранения благодаря антиоксидантам.

Наилучшие органолептические показатели (4,7 балла) получены при внесении 5,0 % жома.

Разработанная технология позволяет вовлечь вторичное сырье в пищевой оборот и получить продукт функциональной направленности.

Библиографический список

1. Аверьянова Е. В. Научно-практическое обоснование получения и применения функциональных пищевых ингредиентов из вторичных ресурсов растительного сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 4.3.3 / Елена Витальевна Аверьянова. – Бийск, 2023. – 377 с.

2. Дугарова И. К., Жалсараева Б. Д., Шотхоноева Я. Л. К вопросу об эффективном использовании вторичных сырьевых ресурсов облепихи // Вестник ВСГУТУ. – 2023. – № 1 (88). – С. 5–13.

3. Тимакова Р. Т., Корчемкина Е. Ю. Биохимические свойства урбечей нетрадиционной рецептуры с использованием вторичного растительного сырья // Достижения науки и техники АПК. – 2024. – Т. 38, № 5. – С. 62–66.

4. Чугунова О. В., Заворохина Н. В., Вяткин А. В. Исследование антиоксидантной активности плодово-ягодного сырья Свердловской области // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 11 (190). – С. 59–65.

5. Alongi M., Melchior S., Anese M. Reducing the glycemic index of short-bread cookies through apple pomace // LWT. – 2019. – № 100. – P. 300–305.

Ю. Ю. Миллер¹, В. А. Помозова², С. С. Федорова¹

¹Сибирский университет потребительской кооперации, г. Новосибирск

²Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Современные технологические подходы к производству напитков: стратегии качества и импортозамещения

Аннотация. Ферментированные безалкогольные напитки всегда остаются популярной группой продовольственных товаров и периодически требуют обновления ассортимента, обусловленного запросом потребителей. С этой целью рекомендуется использовать не только традиционные виды сырья (ячмень и рожь), но также другое зерновое и бобовое сырье. В работе показаны перспективные виды сырья (по сортам) к использованию в производстве напитков брожения – пшеница, овес и соя, представлены данные по показателям качества полученных на их основе напитков, демонстрирующие повышенную пищевую и биологическую ценность напитков.

Ключевые слова: ферментированные напитки; нетрадиционное сырье; зерновое сырье; пищевая ценность; биологическая ценность.

Производство напитков является стратегически значимым сегментом пищевой промышленности, обеспечивающим продовольственную безопасность, развитие перерабатывающей промышленности и ответственного агропромышленного комплекса. Приоритетными векторами в производстве продуктов питания, в том числе напитков, являются, во-первых, разработка технологии, направленной на получение качественной и безопасной продукции, преимущественно содержащей незаменимые для организма человека вещества, во-вторых, использование ответственного сырья, отличающегося не только высокими технологическими показателями, что, безусловно, в первую очередь влияет на отбор сырья, но и повышенной пищевой и биологической ценностью [2; 5].

Популярной группой напитков остаются безалкогольные напитки, приготовленные как на натуральном сырье, так и на искусственных ингредиентах. К счастью, ввиду тренда среди населения нашей страны на здоровый образ жизни, в большей степени востребованы напитки, произведенные на основе натурального растительного и сахаросодержащего сырья. Это позволяет производителям искать новые технологические решения, постоянно обновлять ассортимент данной продукции, исследовать возможности применения новых видов натурального сырья.

Одним из видов безалкогольных натуральных напитков являются напитки, полученные на основе зернового сырья, которые в ходе технологии в обязательном порядке подвергаются ферментации. В настоящее время существует большое разнообразие таких напитков. Отличаются они видом используемого растительного сырья, микроорганизмов для сбраживания, применяемыми технологическими подходами – биотехнологическая обработка сырья, оптимизация стадии приготовления зернового суслу и его сбраживания, а также технологическими решениями, направленными на сохранение набранных в процессе приготовления потребительских свойств [1; 3; 4].

В условиях трансформации отечественного продовольственного рынка стратегическое развитие производства безалкогольных зерновых напитков брожения требует комплексного подхода сразу по нескольким направлениям: во-первых, ориентация на потребительские предпочтения, в последнее время направленные в сторону здорового образа жизни и правильного (здорового) питания, как одного из элементов этого образа; во-вторых, соответствие приоритетным целям и задачам в области Стратегий развития пищевой и перерабатывающей промышленности и повышения качества пищевой продукции; в-третьих, использование сырья отечественного агропромышленного комплекса, преимущественно регионального; в-четвертых, способность внедрения новых технологий в действующие производства. Это в свою очередь позволит повысить не только качество выпускаемой продукции, но и сделать ее конкурентоспособной на отечественном потребительском рынке, реализуя задачи по импортозамещению.

Статистический анализ сырьевой базы отечественного АПК свидетельствует о росте производства зерновых культур и расширении ассортимента сортов с улучшенными технологическими и функциональными характеристиками, что гарантирует обеспеченность перерабатывающих предприятий Сибирского федерального округа высококачественным локальным сырьем, при этом минимизируя различные риски, в том числе экономические, агроэкологические и технологические.

В ходе ряда исследований, направленных на изучение возможности использования традиционного и нетрадиционного для данной технологии сырья, можно рекомендовать к использованию в производстве напитков классические культуры ячменя и ржи, а также из зерновых пшеницу, овес и даже из бобовых – сою сортов, культивируемых в Новосибирской области, Алтайском и Приморском краях, представленных в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

**Рекомендуемые сорта зернового и бобового сырья
в производстве напитков брожения с показателями качества**

Культура	Сорт	Содержание макро- и микронутриентов			
		Крахмал, %	Белок, %	Витамины группы В, мг/100 г	Аминокислоты, мг/100 г белка
Ячмень	«Ворсинский 2» «Деспина» «Челябинский 99»	57,4–59,6	12,4	156,1	9 270–9 650
Рожь	«Влада» «Дымка» «Сибирь»	52,9–54,9	12,0–14,3	58,4	9 650–9 850
Пшеница	«Алейская» «Алтайская 100» «Дуэт»	61,7–64,6	12,6–15,4	147,2	11 950–12 490
Овес	«Гаврош» «Корифей» «Мустанг»	41,6–44,0	13,4–15,1	140,4	9 750–10 100
Соя	«Гармония» «Лидия» «Приморская 69»	12,5–14,1	34,5–39,6	476,0	33 900–35 280

Эти сорта за счет своего химического состава, наличия в них витаминов группы В, свободных аминокислот, а также растворимого белка как источника образования дополнительного количества аминокислот, позволят получить напитки с повышенной пищевой и биологической ценностью.

К использованию нетрадиционного сырья в технологии производители всегда относятся с осторожностью ввиду его специфического химического состава. Перед использованием его в технологии необходимо провести его предварительную обработку и сформировать в нем такой химический состав, который позволил бы ему быть использованным в технологии. Самым рациональным в данном случае можно считать биотехнологический способ подготовки сырья, а именно проращивание. В ходе данной операции происходит образование и активация ферментной системы зерна, увеличивается ферментативная активность,

в результате чего происходит гидролиз высокомолекулярных соединений. Так, в первую очередь, происходит распад некрахмальных полисахаридов. Под действием цитолитических ферментов снижается количество нежелательных соединений и облегчается технологический выход экстрактивных веществ зерна. Кроме этого, регулируя процессом проращивания можно в дополнение провести более глубокий гидролиз высокомолекулярных азотистых соединений, что позволит повысить уровень аминокислот в сырье, а в последующем и в напитке.

С целью оптимизации процесса проращивания и получения требуемого химического состава сырья рекомендуется проводить дополнительную обработку сырья на этапе его замачивания. В данном случае рекомендуется применять органические, и неорганические стимуляторы, а также ферментные препараты. Для каждого отдельного вида сырья в большей степени эффективным оказывается тот или иной способ воздействия, но при этом какой бы стимулятор не использовался эффект достигается, во-первых, в технологических характеристиках сырья – повышение экстрактивности, способности прорастания, ферментативной активности, снижение содержания белка, в больших концентрациях нежелательного для производства таких напитков во-вторых, – в улучшении других качественных показателях, определяющих функциональность сырья, в данном случае в увеличении аминокислот, в том числе незаменимых (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Качественные показатели нескольких вариантов напитков,
полученных на основе нетрадиционного сырья**

Напиток	Стандартизированные показатели (ГОСТ 31494-2012)			Показатели пищевой и биологической ценности		
	Массовая доля сухих веществ, %	Кислотность, к. ед.	Объемная доля спирта, %	Органические кислоты, мг/дм ³	Витамины группы В, мг/100 см ³	Общее количество аминокислот, мг/100 см ³
Пшеничный	5,9	3,9	1,00	577,46	0,91	31,21
Овсяный	5,8	4,0	1,10	574,51	0,95	33,15
Соевый	5,7	3,7	1,15	601,77	1,24	40,18
Пшенично-овсяный	5,8	3,8	1,10	587,43	0,84	33,24
Пшенично-соевый	5,8	3,9	1,10	580,44	1,18	35,91
Овсяно-соевый	5,7	3,5	1,15	579,27	1,09	37,29
Многокомпонентный	5,8	3,7	1,05	588,49	1,02	33,04

Еще одним важным аспектом при введении инновационных решений в производство является сохранение технологической линии и бесперебойность работы предприятия, т.е. возможность применения новых технологий на действующем предприятии без введения дополнительного оборудования и других ресурсных затрат. Использование предлагаемого нетрадиционного сырья предварительно биотехнологически подготовленного совершенно беспрепятственно позволит сохранить действующую технологическую линию и пройти все основные стадии получения зернового напитка брожения последовательно, начиная с приготовления зернового сусла, далее его сбраживания и в заключение осветления и дополнительных операций по сохранению в нем приобретенных качественных характеристик и пролонгирования срока годности.

Таким образом, предлагаемые технологические решения, начиная с отбора сырья, его биотехнологической обработки, адаптацией технологии к функционирующей на предприятии технологической линии, позволяют получить ферментированные зерновые напитки с высокими обязательными качественными показателями, регламентируемыми действующими нормативными документами, и приобретенными показателями пищевой и биологической ценности, в том числе органическими кислотами, витаминами группы В и заменимыми и незаменимыми аминокислотами.

В заключение хотелось бы отметить, что сегодня отечественный продовольственный рынок очень динамичен и хотелось бы усилить его продукцией отечественного производства. Для этого в первую очередь следует искать новые виды сырья, в том числе производимого отечественным АПК, отбирать сырье по принципу его функциональности и получения на основе его продуктов питания здорового образа жизни, разрабатывать технологии напитков с наборов эссенциально значимых элементов и внедрять эти технологии на действующие перерабатывающие предприятия. Это позволит обеспечить продовольственную безопасность страны, реализовывать программы по импортозамещению и способствовать развитию ведущих отраслей экономики нашего государства.

Библиографический список

1. Еременко О. Н., Кох Ж. А., Тарнопольская В. В., Демиденко Н. Ю. Перспективы использования столовой свеклы в производстве функциональных напитков // Ползуновский вестник. – 2021. – № 2. – С. 102–109.
2. Лазарев В. А., Брашко И. С., Донскова Л. А. Разработка и оценка качества ферментированных напитков из сырья растительного происхождения повышенной биологической ценности // Пищевая промышленность. – 2026. – № 3. – С. 80–84.

3. Моргунова Е. М., Кулаковская В. И., Симоненко С. В. Натуральные напитки брожения на зерновом сырье: инновации, технологии, решения // Пищевая промышленность. – 2022. – № 11. – С. 80–84.

4. Попова Н. В., Каменева К. С., Васильев А. К. Интенсификация процесса ферментации напитка на растительной основе комплексной закваской «Бифидо плюс» // Аграрная наука. – 2024. – № 6. – С. 132–138.

5. Тарасов А. В., Чугунова О. В., Стожко Н. Ю. Потенциометрическая сенсорная система на основе модифицированных толстопленочных электродов для определения антиоксидантной активности напитков // Индустрия питания. – 2020. – Т. 5, № 3. – С. 85–96.

Е. Г. Мирошникова

Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Практикум по аналитической химии: проблемы и пути их решения при подготовке бакалавров биотехнологов и технологов общественного питания в контексте качества и безопасности продукции

Аннотация. В статье обсуждаются специфические трудности обучения аналитической химии студентов второго курса направления «Пищевая биотехнология» и «Технология и организация общественного питания». Основной акцент сделан на формировании компетенций в области оценки качества и безопасности пищевого сырья, продуктов и готовой продукции общественного питания. Показано, что традиционный лабораторный практикум часто оторван от реальных задач контроля опасных компонентов, что снижает мотивацию и профессиональную подготовку. Предложены методические решения, позволяющие связать аналитические методы с требованиями технических регламентов и санитарных норм.

Ключевые слова: качество и безопасность пищевых продуктов; общественное питание; аналитическая химия; физико-химические методы; лабораторный практикум.

Современное российское законодательство (Федеральный закон № 29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов», технические регламенты Таможенного союза ТР ТС 021/2011, ТР ТС 029/2012) предъявляет жесткие требования к контролю продовольственного сырья, полуфабрикатов и готовых блюд. На предприятиях общественного питания и пищевых производствах обязательны как микробиологические, так и химические исследования: определение нитратов, тяжелых металлов, пестицидов, антибиотиков, токсичных элементов, посторонних примесей. Однако, как показывает наш опыт в Уральском государственном экономическом университете, студенты второго курса, обучающиеся по направлениям 19.03.01 «Биотехнология»

и 19.03.04 «Технология и организация общественного питания», часто не осознают прямой связи между лабораторными работами по аналитической химии и своей будущей профессиональной обязанностью – гарантировать безопасность продукции [1]. Ключевая проблема заключается в разрыве между абстрактными аналитическими определениями (например, железа, кальция) и реальными показателями безопасности, нормируемыми СанПиН. Студент может, например, успешно оттитровать раствор, но не сможет ответить: превышено ли ПДК компонента в продукте или нет. В данной статье мы анализируем, какие именно этапы практикума вызывают наибольшие трудности при формировании навыков контроля качества и безопасности, и предлагаем адаптированные методические приемы.

Начнем с обсуждения некоторых «болевых точек»:

1) среди наших студентов довольно высока доля тех, кто пришел с гуманитарным складом ума, планируя работать технологом в ресторане или кафе. Аналитическая химия для них – сложный и «ненужный» предмет. Для таких обучающихся особенно важно с первого занятия продемонстрировать практическую значимость методов: например, как с помощью качественной реакции на ионы свинца (с реактивом дитизоном) можно забраковать партию зелени, поступившую в столовую;

2) непонимание единиц измерения концентраций (мг/кг, мг/дм³, ПДК). Студенты путают массовую долю с молярной концентрацией и допускают ошибки при сравнении полученного результата с нормативом;

3) отсутствие навыка «нормоконтроля»: после расчета содержания компонента студент не делает вывода о соответствии или несоответствии требованиям.

Приняв качество и безопасность продукции общественного питания за ключевой момент обучения, нам удалось выделить ряд проблем, с которыми сталкиваются студенты-технологи общественного питания и биотехнологи при освоении аналитического контроля безопасности.

Проблема 1.

Номенклатура контролируемых показателей. Студенты не знают, какие именно показатели безопасности нормируются для разных групп продуктов (мясо, рыба, овощи, кондитерские изделия). Например, для мясных полуфабрикатов критичны нитрозамины и бенз(а)пирен, а для растительного масла – перекисное число. В практикуме же традиционно определяют «железо общее» или «кислотность жира». Возникает разрыв: студент учится определять кислотное число, но не может назвать ПДК.

Проблема 2.

Непонимание отбора проб (пробоотбора). Без корректного отбора пробы любой анализ теряет смысл. Однако в лабораторных работах студенту выдается готовый раствор или уже гомогенизированный образец. В результате будущий технолог общепита не знает, как отобрать пробу из котла с супом, из бочки с квашеной капустой или из холодильной камеры с мясными тушами.

Проблема 3.

Выбор метода в зависимости от ожидаемой концентрации токсиканта. Студенты не различают: для определения макрокомпонентов (белок, жир, зола) подходят титриметрия и гравиметрия, а для микроколичеств свинца, кадмия, ртути – только инструментальные методы (атомная абсорбция, инверсионная вольтамперометрия). В типовом практикуме последние либо отсутствуют, либо изучаются формально.

Предложено несколько опробированных путей решения:

1) каждая работа в практикуме завершается стадией «Сравнение с нормативом». Например, для творога: «Содержание кальция, полученное экспериментально, составляет 120 мг/100 г. Норматив ТР ТС 033/2013 на творог – не менее 100 мг/100 г. Вывод: продукт соответствует требованиям по содержанию кальция». Это переводит абстрактную цифру в конкретное профессиональное заключение;

2) использование элементов проектного метода обучения [3] в виде ситуационной задачи перед лабораторной работой: «Вы – заведующий производством столовой. В ваш адрес поступила партия моркови. С помощью качественной реакции с дифениламином выявили синее окрашивание. Ваши действия?» Студенты готовят алгоритм: какое вещество присутствует в продукте, повторный анализ с уточнением содержания, сравнение с нормативом, вывод о пригодности/непригодности продукта к использованию;

3) сравнительный анализ методов. В рамках одной работы студенты определяют, например, содержание железа в питьевой воде двумя способами: перманганатометрией (предел обнаружения ~ 1 мг/дм³) и фотометрией с сульфосалициловой кислотой (предел 0,05 мг/дм³). Далее делают вывод, какой метод пригоден для контроля воды по нормативам СанПиН (ПДК железа общего – 0,3 мг/дм³);

4) моделирование этапа пробоотбора. На практикуме студенты сами отбирают пробы из условных емкостей с маркировкой (псевдообразцы, имитирующие реальные продукты), учатся составлять акт отбора, указывать место, время, условия хранения.

На основании опыта преподавания были сформулированы ряд практических рекомендаций для коллег, ведущих практикум по аналитической химии у технологов и биотехнологов:

- обязательное введение раздела «Оценка риска» в каждом отчете. Студент должен написать, к каким последствиям для здоровья потребителя может привести превышение найденной им концентрации;
- использование виртуальных симуляций для дорогостоящих методов (атомно-абсорбционная спектрометрия, газовая хроматография с масс-детектором). Хотя живой эксперимент предпочтительнее, виртуальные работы [2] позволяют отработать интерпретацию спектров и хроматограмм при анализе пестицидов и полиароматических углеводородов.

В преддверии очередной реформы образования необходимо отметить, что подготовка бакалавров по направлениям «Пищевая биотехнология» и «Технология и организация общественного питания» требует кардинального пересмотра лабораторного практикума по аналитической химии в сторону усиления компонента качества и безопасности. Предложенные в статье методические решения (контекстные задачи, сравнение с нормативами, оценка риска) позволяют сформировать у студентов устойчивую связь «аналитический сигнал – безопасность продукции». Дальнейшее развитие видится в создании открытого банка кейсов по контролю безопасности для каждого метода анализа.

Библиографический список

1. *Мирошникова Е. Г.* Роль аналитической химии в формировании компетенций по контролю качества продукции при подготовке бакалавров-биотехнологов // Инновационные технологии в пищевой промышленности и общественном питании: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. (Екатеринбург, 24 апреля 2024 г.). – Екатеринбург: УрГЭУ, 2024. – С. 162–165.
2. *Стожко Н. Ю., Чернышева А. В., Мирошникова Е. Г. и др.* Виртуальные работы в практикуме фотометрического анализа // Новые образовательные технологии в вузе: материалы XI Междунар. науч.-метод. конф. (Екатеринбург, 18–20 февраля 2014 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – С. 1302–1309.
3. *Харина Г. В., Алешина Л. В., Мирошникова Е. Г.* Разработка проектного метода изучения химии в профессионально-педагогическом вузе // Научный диалог. – 2017. – № 8. – С. 413–425.

Применение нетепловых эффектов гибридных воздействий для обеспечения биобезопасности пищевых систем¹

Аннотация. В статье рассматриваются результаты применения гибридных нетепловых технологий – атмосферной холодной плазмы (АХП) и ультрафиолетового излучения (УФ) – для обеззараживания зернового сырья от токсигенных микромицетов. Представлены данные квантово-химического моделирования взаимодействий микотоксинов с белково-углеводными комплексами зерна пшеницы, а также результаты оценки функционально-технологических свойств клейковины и зерновых напитков после гибридной обработки. Обоснована перспективность разработанных подходов для обеспечения биобезопасности продовольственных систем в условиях изменяющегося климата.

Ключевые слова: микотоксины; атмосферная холодная плазма; ультрафиолетовое излучение; зерно пшеницы; квантово-химические расчеты; молекулярный докинг.

Введение

Глобальные изменения климата оказывают возрастающее давление на агропромышленный комплекс, обуславливая необходимость разработки интегрированных подходов к сохранению продовольственных ресурсов. В контексте целей устойчивого развития и задач продовольственной безопасности особую актуальность приобретает разработка региональных стратегий адаптации, базирующихся на принципах биоэкономики и замкнутого цикла производства [3; 4].

Одним из ключевых факторов риска при хранении зернового сырья является контаминация токсигенными микромицетами рода *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. parasiticus*) и грибами рода *Fusarium*. По данным проведенных исследований, в более чем 80 % проб зерна идентифицированы гетероталлические аскомицетовые грибы, при этом показатель общей токсичности варьировал в диапазоне от 21 до 92 %. Продуцируемые ими микотоксины – дезоксиниваленол (*DON*), зеараленон (*ZEN*), *T-2* токсин, афлатоксин *B1* – способны мигрировать с поверхности зерна в глубинные структуры и маскироваться в белково-углеводном комплексе, что существенно затрудняет их элиминацию стандартными методами.

Настоящая работа направлена на решение комплексной задачи: моделирование взаимодействий микотоксинов с нутриентами зерна пшеницы и экспериментальная проверка эффективности гибридного нетеплового

¹ Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда в рамках проекта № 24-16-20028.

воздействия (АХП+УФ) для обеспечения биобезопасности зернового сырья при сохранении его функционально-технологических свойств.

Материалы и методы

Объектами исследования служили образцы районированных сортов пшеницы мягкой яровой (Челяба 75, Ирень, Тризо) урожаев 2024 и 2025 гг., сформированные после хранения в условиях элеваторов и после обмолота и закладки на хранение в условиях агропроизводств.

Для гибридной обработки применяли установку, реализующую воздействие атмосферной холодной плазмы (АХП) и ультрафиолетового излучения (УФ) в потоковом режиме. Генерация холодной плазмы осуществлялась за счет отрицательного коронного разряда при импульсном напряжении 10 кВ, частоте 100 Гц, плазмообразующее вещество – атмосферный воздух при нормальных условиях. Время обработки составляло 20–30 сек. Управление установкой реализовывалось посредством микроконтроллера, обеспечивающего точность параметров и регистрацию физических величин.

Квантово-химическое моделирование молекул регулярных микотоксинов проводили с использованием полуэмпирических методов *GFN2-xTB* в программном обеспечении *xTB* (версия 6.7.1). Исходные структурные данные были получены из базы данных *PubChem*. Прогнозирование взаимодействий микотоксинов с полипептидами клейковины осуществлялось методом молекулярного докинг-анализа в программе *AutoDock 4.2*. Для мониторинга микробиологического состояния зерновых масс использована модель компьютерного зрения на архитектуре *DenseNet-121*, обученная на наборе из 6000 изображений, распределенных по 60 классам микромицетов.

Результаты и обсуждение

Расчеты геометрических параметров и реактивности молекул микотоксинов с использованием квантово-химического моделирования позволили установить максимальное значение общей энергии связи для *T-2* токсина (–95,94 Eh), характеризующее высокую стабильность его молекулы, и минимальное – для *DON* (–66,64 Eh). Сформированные последовательности по убыванию значений полной энергии имеют вид: *T-2* (–95,94 Eh) > *ZEN* (–70,4 Eh) > афлатоксин *B1* (–66,91 Eh) > *DON* (–66,64 Eh), а по значениям энергии связи: *T-2* (1,022 Eh) > *ZEN* (0,899 Eh) > афлатоксин *B1* (0,789 Eh) > *DON* (0,673 Eh). Полученные данные обосновывают выбор режимов гибридного воздействия с учетом молекулярной устойчивости конкретных токсигенов [1].

Методом молекулярного докинга рассчитана степень формирования устойчивых связей микотоксинов с белками клейковинного комплекса: *DON* + α -глиадин (–7,9 ккал/моль), *ZEN* + α -глиадин (–8,0 ккал/моль),

DON + глютенин (–6,4 ккал/моль), *ZEN* + глютенин (–7,9 ккал/моль). Рассчитанные значения для ферментативных систем составили: *DON* + α -амилаза (–6,1 ккал/моль), *ZEN* + α -амилаза (–7,5 ккал/моль). Эти данные указывают на реальную угрозу маскирования микотоксинов в белково-углеводной матрице зерна и подчеркивают необходимость глубокого воздействия при обеззараживании [2].

Критериями формирования гибридной технологии обеззараживания служили показатели микробной инактивации бактериальной и мицелиальной микрофлоры при обязательном сохранении физиологических качеств зерна. По результатам сравнительных испытаний в качестве оптимального варианта определен дуальный режим: атмосферная холодная плазма (АХП) + ультрафиолетовое излучение (УФ).

Исследования в технологической цепочке «зерно *Triticum aestivum* L. → цельносмолотая мука → клейковина → хлебобулочные изделия» показали улучшение показателей клейковины относительно исходных значений: количество сырой клейковины возросло с 18,4 до 28,9 (АХП) и 26,8 % (НУЗВ), качество клейковины по ед. ИДК – с 65,3 до 70,5 (АХП) и 72,3 (НУЗВ). При сканирующей электронной микроскопии клейковинного комплекса визуализируется уплотненная конструкция агрегированных молекул протеинов, что свидетельствует об улучшении структурных характеристик белковой матрицы.

Обработка холодной плазмой на этапе проращивания зерна пшеницы обеспечила повышение активности α -амилазы во всех опытных образцах с исходных значений до 525,1–552,6 ед./г сырой массы. Установлена тесная корреляция посевных качеств зерновых с фитогормональным статусом и феноменом стрессовой памяти: активные формы кислорода (АФК), индуцируемые АХП, регулируют экспрессию генов модификации гистонов, влияя на адаптацию злаков к абиотическим и биотическим стрессорам.

Зерновые напитки как объект контроля биобезопасности

В качестве дополнительного объекта исследования рассмотрены зерновые напитки, предназначенные для применения в спортивной нутрицевтике. Общая антиоксидантная активность модельных образцов составила 43–57 % (метод *DPPH*), индекс биологической активности – 69,82–74,24 %, что подтверждает функциональный потенциал продукта. Методом молекулярного докинга идентифицированы наиболее устойчивые связи *ZEN* и его вторичного метаболита *Zeranol* с белками зерновой матрицы.

Заключение

Проведенный комплекс исследований подтверждает высокую эффективность гибридной технологии (АХП + УФ) как инструмента биобезопасности зернового сырья. Квантово-химическое моделирование

и молекулярный докинг позволяют прогнозировать характер взаимодействий микотоксинов с компонентами зерновой матрицы и научно обосновывать режимы обеззараживающих воздействий. Применение АХП не только обеспечивает инактивацию микотоксигенной микрофлоры, но и улучшает функционально-технологические свойства зерна: повышает количество и качество клейковины, стимулирует активность α -амилазы, регулирует фитогормональный баланс.

Разработанный программный инструмент компьютерного распознавания микромицетов на основе архитектуры *DenseNet-121* открывает перспективы автоматизации контроля состояния зерновых масс в динамике хранения. Совокупность полученных результатов формирует научную основу для создания региональных стратегий адаптации АПК к климатическим изменениям в рамках концепции устойчивого биоэкономического развития.

Библиографический список

1. Потороко И. Ю., Малинин А. В., Руськина А. А. Квантово-химическое изучение молекулярной структуры микотоксинов зерна пшеницы // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2025. – Т. 13, № 2. – С. 95–102.
2. Потороко И. Ю., Руськина А. А., Анйум В. Прогнозирование рисков присутствия микотоксинов в пищевых системах, полученных на основе зернового сырья // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2024. – Т. 12, № 2. – С. 38–47.
3. Потороко И. Ю., Руськина А. А., Малинин А. В. и др. Прогностические исследования применения нетепловых воздействий в компенсации стрессовых изменений физиологических свойств зерна пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Аграрный вестник Урала. – 2025. – Т. 25, № 7. – С. 1095–1105.
4. Medina Á., González-Jartín J. M., Sainz M. J. Impact of global warming on mycotoxins // Current Opinion in Food Science. – 2017. – Vol. 18. – P. 76–81.

Содержание

Секция 1. Технологии здоровьесбережения, персонализированное питание и нутрициология

Анпилогова М. Р., Кокорева Л. А.

Пищевые и биологические особенности пророщенного зерна:
история, наука и польза..... 3

Голуб О. В., Нечаева В. С., Бородай Е. В.

Разработка функционального творожного продукта с пюре из ягод
земляники и псиллиумом..... 7

Кокорева Л. А.

Технология проращивания зеленой гречихи..... 11

Миколойчук А. С., Алексашина С. А.

Оптимизация рецептуры салата «Столичный» для системы
комплексного питания студентов..... 15

Минниханова Е. Ю.

Разработка рецептуры функционального мармелада
профилактической направленности 20

Пупышева И. С., Патрушева О. Е.

Предварительные исследования для разработки безглютеновых
мучных кондитерских изделий..... 24

Тюшнякова М. С., Степухина М. О.

Функциональные сладости. Сочетание приятного с полезным. 31

Чеченихина О. С., Курбанова А. А.

Биотехнологическая разработка ферментативного напитка
на основе тыквы с применением ферментов и натуральных
сахарозаменителей..... 37

Якорнова Е. В., Телегин И. С.

Функциональные мясные изделия, обогащенные пюре
из корня лопуха большого 42

Ярцева Н. В., Резников М. Е.

Разработка рецептур блюд специализированного питания
с пребиотиком для лиц пожилого и преклонного возраста..... 46

Секция 2. Биоэкономика замкнутого цикла: переработка отходов, новые технологии переработки сырья и производства пищевых продуктов

Бикбулатов П. С.

Биотехнологические подходы к получению белковых концентратов
из вторичного растительного сырья..... 52

Девяткин Д. И., Чугунова О. В.

Использование гидролизата растительного белка в технологии
фаршевых систем..... 55

Дылдин Д. В.

Разработка технологии хлеба, обогащенного витамином D,
микрокапсулированным в пектин-кальциевом геле 60

Евдокимов И. А., Лодыгин А. Д., Шрамко М. И.

Биоэкономика замкнутого цикла переработки молочного сырья:
симбиоз науки и практики 64

Кечин П. А.

Разработка комплексной ферментативной технологии переработки
кальмара командорского (*Berryteuthis magister*) 68

Кольберг Н. А., Порядин В. Б.

Применение микроволнового излучения для производства белковой
добавки из бursы бройлеров..... 71

Лазарев В. А., Ярин С. В., Порошина Д. Д.

Применение постбиотиков и продуктов микробного синтеза
в технологии хлебобулочных изделий..... 75

Цупко Е. В., Чугунова О. В.

Современные тренды в применении технологии фокусированного
ультразвука для обработки пищевых продуктов 79

Шустова Л. В., Урбанчик Е. Н.

Гидротермическая обработка пророщенной зеленой гречки как
фактор повышения эффективности мукомольного производства..... 84

Секция 3. Биотехнологии для обеспечения продовольственной безопасности

Брашко И. С. Исследование потенциала растительного сырья, содержащего биологически активные вещества адаптогенного действия.....	88
Гулова Т. И. Расширение ассортимента мучных кондитерских изделий	92
Донскова Л. А., Брашко И. С. Анализ биохимического состава компонентов растительного сырья Урала.....	97
Леонтьева С. А., Клевакина Я. Р. Использование <i>Lactobacillus Acidophilus</i> в продуктах питания и медицине	101
Неустроев А. П., Тимакова Р. Т. Формирование пищевой матрицы шоколадных изделий с нетрадиционным ореховым сыром	105
Пищиков Г. Б., Новик Т. П. Природные адаптогены: женьшень, элеутерококк и перуанская мака	108
Полякова А. Н. Сравнительный анализ вакуумных фильтрационных установок для сбора фитомассы цианобактерий: оценка безопасности для пищевой промышленности	113
Русанова Е. И. Количественное определение белка в мицелии гриба <i>Pleurotus ostreatus</i> биуретовым методом	117
Шихалев С. В., Шиндова А. А. Применение экстракта зеленого чая как биологически активной добавки при производстве питьевого йогурта	122
Школьников М. Н., Банщикова Е. Е., Рожнов Е. Д. Чеснок в контексте импортозамещения: анализ эффективности реализации ресурсного потенциала регионов России	125
Эйриян Н. А. Использование ультрафильтрационного разделения при производстве биотехнологической продукции	130

Секция 4. Качество и безопасность пищевого сырья, пищевых продуктов и продукции общественного питания

Артемчук А. С., Кравченко Н. В.

Современные методы минимизации влияния человеческого фактора
на безопасность продукции в ресторанном бизнесе 135

Багмут Ю. Н.

Разработка технологии охлажденной кулинарной продукции
с пролонгированными сроками хранения..... 140

Гусева Т. И.

Влияние зерновой смеси на качество хлеба 143

Квардин В. В.

Ультразвуковая обработка как фактор улучшения органолептики
мясокостного бульона из говядины 148

Комаров Н. С., Лаврова Л. Ю.

Нетрадиционные источники сырья в составе изделий из творога..... 153

Корчемкина Е. Ю.

Ресурсосберегающая технология функциональных урбечей
с использованием порошков из вторичного
плодово-ягодного сырья..... 158

Миллер Ю. Ю., Помозова В. А., Федорова С. С.

Современные технологические подходы к производству напитков:
стратегии качества и импортозамещения 165

Мирошникова Е. Г.

Практикум по аналитической химии: проблемы
и пути их решения при подготовке бакалавров биотехнологов
и технологов общественного питания в контексте качества
и безопасности продукции 170

Потороко И. Ю., Малинин А. В.

Применение нетепловых эффектов гибридных воздействий
для обеспечения биобезопасности пищевых систем 174

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ОБЩЕСТВЕННОМ ПИТАНИИ**

М а т е р и а л ы
XIII Международной научно-практической конференции
(Екатеринбург, 21–22 апреля 2026 г.)

Печатается в авторской редакции и без издательской корректуры

Компьютерная верстка А. В. Арисова

Поз. 43. Подписано в печать 30.08.2026.

Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная. Печать плоская.

Уч.-изд. л. 9,5. Усл. печ. л. 10,7. Печ. л. 11,5. Тираж 34 экз. Заказ 266.

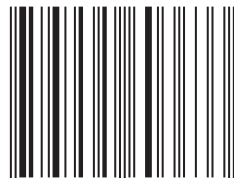
Издательство Уральского государственного экономического университета
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

Отпечатано с готового оригинал-макета в подразделении оперативной полиграфии
Уральского государственного экономического университета



**УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

ISBN 978-5-9656-0363-3



9 785965 603633 >