

Разработка мясорастительных продуктов из говядины с биологически активными добавками

Российский биотехнологический
университет (РОСБИОТЕХ), г. Москва,
Российская Федерация

А. Т. Васюкова, Р. А. Эдварс, К. В. Любимова

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Васюкова Анна Тимофеевна,
E-mail: vasyukova-at@yandex.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:

данные текущего исследования
доступны по запросу
у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Васюкова, А.Т., Эдварс, Р.А., & Любимова, К.В. (2024). Разработка мясорастительных продуктов из говядины с биологически активными добавками. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 32(1), 53-70. <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.1.373>

ПОСТУПИЛА: 14.10.2023

ПРИНЯТА: 15.06.2024

ОПУБЛИКОВАНА: 30.06.2024

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

автор сообщает об отсутствии
конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение: Важным условием продовольственной безопасности является производство качественных белковых продуктов, сбалансированных по пищевым веществам, удовлетворяющим потребности организма. Обогащение мясного сырья растительными компонентами позволит частично решить скорейшее насыщение товарного рынка России новыми, высококачественными, безопасными функциональными продуктами, способными сбалансировать и упорядочить структуру питания.

Цель: разработка рецептов мясорастительных продуктов с использованием биологически активных веществ на основе клетчатки, семян чиа и овощей. Объекты исследования: сырье, мясорастительный фарш, котлеты.

Материалы и методы: В работе использованы стандартные методы: влагосвязывающая способность определялась планиметрическим методом прессования по Грау-Хамму в модификации Воловинской-Кельман (1960), структурно-механические свойства фарша — на ротационном вискозиметре «Брукфильда DV-II + Pro», органолептическая оценка — по ГОСТ 9959-2015. Мясо и мясные продукты. Квалиметрическая оценка выполнена по рекомендациям Бражникова и Хлебникова (1983). В качестве растительного сырья использован лук, кабачок, укроп и морковь, а биологически активными веществами выбрана клетчатка с семенами чиа, CO₂-экстракты пряностей.

Результаты: Разработаны технологические режимы обработки изделий в пароконвектомате с подачей 30% пара в течение 8 минут при температуре 170 °С, затем на режиме «жар-конвекция» в течение 4 минут при 190 °С до 80 °С внутри. Установлено, что котлеты «Пикантные» и биточки паровые содержат 3,25 % суточной потребности в β-каротине и 20 % в витамине А, 112–125 % витамина Е.

Выводы: полученные результаты могут быть использованы при производстве мясных рубленых изделий в предприятиях общественного питания, а также на предприятиях пищевой промышленности индустриальным способом на линии «Бегарат».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

модельные пищевые системы; мясорастительные продукты; реологические показатели, пищевая ценность; квалиметрическая оценка

Development of Meat and Vegetable Products from Beef with Biologically Active Additives

Anna T. Vasyukova, Rostislav A. Edvars, Kristina V. Lyubimova

Russian Biotechnological University,
Moscow, Russian Federation

CORRESPONDENCE:

Vasyukova A.T.
E-mail: vasyukova-at@yandex.ru

DATA AVAILABILITY:

Data from the current study are available upon request from the corresponding author.

FOR CITATIONS:

Vasyukova, A.T., Edvars, R.A., & Lyubimova, K.V. (2024). Development of meat and vegetable products from beef with biologically active additives. *Storage and Processing of Farm Products*, 32(1), 53-70. <https://doi.org/10.36107/spfp.2024.1.373>

RECEIVED: 14.10.2023

ACCEPTED: 15.06.2024

PUBLISHED: 30.06.2024

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Background: A crucial aspect of contemporary food production is the development of high-quality protein products that are balanced in nutrients to meet bodily requirements. Integrating plant components into raw meat addresses the challenge of rapidly introducing new, high-quality, safe functional products into the Russian market. These products aim to enhance and regulate nutritional structure.

Purpose: To develop recipes for meat and plant-based products incorporating biologically active substances derived from fiber, chia seeds, and vegetables.

Materials and Methods: The study employed standard techniques: moisture-binding capacity was measured using the planimetric pressing method according to Grau-Hamm as modified by Volovinskaya-Kelman (1960). Structural and mechanical properties of ground meat were analyzed using a Brookfield DV-II+ Pro rotational viscometer. Organoleptic evaluation followed GOST 9959-2015 standards for meat and meat products. Qualimetric assessment was performed based on the recommendations by Brazhnikov and Khlebnikov (1983). Onions, zucchini, dill, and carrots were utilized as vegetable ingredients, while fiber with chia seeds and CO₂ spice extracts served as biologically active substances.

Results: Technological processes were developed for cooking in a combi oven using 30 % steam for 8 minutes at 170 °C, followed by a «heat-convection» mode for 4 minutes at 190 °C until the internal temperature reached 80 °C. It was determined that the «Spicy» patties and steamed meatballs provide 3.25 % of the daily requirement for β-carotene and 20 % for vitamin A, as well as 112–125 % for vitamin E.

Conclusion: The findings can be applied in the production of ground meat products in food service establishments and by food industry enterprises using industrial methods on the Begarat line.

KEYWORDS

dietary supplements; model food systems; meat and vegetable products; cooking; nutritional value

ВВЕДЕНИЕ

Основной особенностью рационального и здорового питания (Seine, 2020) является создание сбалансированных рационов (Garcia, 2024) для различных контингентов питающихся (Song, 2023; Berendsen, 2017), которые отвечали бы потребностям организма человека (Shahriarpour, 2020), были не только полезными: обладали набором витаминов, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, макро- и микроэлементов, но и вкусными, ароматными, формировали продовольственную грамотность населения (Daker, 2024). Существуют множество биологически активных добавок (БАД), как искусственных (химические, синтетические), так и натуральных (произведенные из натуральных фруктов и овощей). Все большей тенденцией в современном мире становится отказ от продуктов ГМО, от химических добавок¹ (подсластители E 900–999, усилители вкуса и запаха E 600–699 и т.д.) (Павлова и др., 2007; Алексеев, 2013).

Пряно-ароматические растения широко используются в технологии пищевых продуктов (Богодист-Тимофеева и соавт., 2016). Это различные виды луков, чеснок, горчица белая, горчица черная, петрушка, укроп, перец чёрный, бадьян и другие (Филонова, 2015). Невозможно представить ни одно кулинарное блюдо без пряностей. Приправы и пряности содержат эфирные масла, гликозиды, танины и вкусовые вещества улучшают кулинарные качества продуктов, возбуждают деятельность пищеварительных органов, вызывают аппетит, усиливают усвояемость питательных веществ, благоприятно влияют на деятельность нервной и сердечнососудистой систем, а также на общее психическое состояние человека (Чимонина, 2016; Qing-Yi Lu et al., 2017; Valverde-Queralt et al., 2014).

Отмечается потенциальное использование специй в консервировании пищевых продуктов и увеличении срока их хранения в качестве природного биоингредиента (Gottardi, 2016), применение в инновационных технологиях инкапсулирования противомикробных агентов (Suleiman, 2023). Природные противомикробные препараты безопасны, поскольку они могут ограничить устойчивость микробов и удовлетворить потребности человека в более здоровых продуктах питания (Teshome, 2022).

Экстракты черного и кайенского перца, корицы, имбиря, розмарина, куркумы и средиземноморского орегано, имея высокую антиоксидантную способность, которая коррелирует с общим количеством основных химических веществ, проявляют пребиотическую активность, способствуя росту полезных бактерий и подавляя рост патогенных бактерий, что позволяет предположить их потенциальную роль в регуляции кишечной микробиоты и улучшении здоровья желудочно-кишечного тракта (Qing-Yi Lu et al., 2017). Используя антиоксидантные свойства специй в качестве натуральных пищевых консервантов при кулинарной обработке продуктов, можно регулировать длительность технологического процесса или производить кулинарные изделия с пролонгированными сроками годности (Gottardi et al., 2017). Фактически, многие соединения, выделенные из специй (эфирные масла, танины, гликозиды), продемонстрировали противомикробную активность в отношении некоторых наиболее распространенных микроорганизмов, которые влияют на качество пищевых продуктов и срок их хранения (Tajkarimi et al., 2010). Использование специй в качестве консервантов оценивалось в различных пищевых продуктах: мясе, рыбе, молочных продуктах, овощах, рисе, фруктах и продуктах животного происхождения (Tajkarimi et al., 2010; Jayasena & Jo, 2013). Hernandez-Ochoa, et al. (2014) зафиксировали, что эфирные масла тмина и гвоздики ингибировали рост общего количества бактерий на 3,78 log КОЕ/г при использовании на образцах мяса в течение 15 дней при температуре 2 °C. Также была изучена антимикробная активность экстрактов различных пряностей в сыром курином мясе при хранении в течение 15 суток при температуре 4 °C. Было обнаружено, что обработка сырого куриного мяса экстрактами гвоздики, орегано, корицы и черной горчицы эффективна против роста микробов (Radha et al., 2014; Prakash & Singh, 2012). Эфирные масла майорана и кориандра показали более 50 % защиту семян нута от заражения *Aspergillus flavus* (Prakash et al., 2012).

Экстракт листьев мушмулы, богатый тритерпеноидами, вызывает ингибирование роста и апоптоз раковых клеток поджелудочной железы путем изменения ключевых соотношений метаболизма глюкозы. Однако точный метаболический механизм этого эффекта ингибирования роста неизвестен (Lu, 2017).

¹ Алексеев, В. С., Корнева, М. В., Шишкина, М. А., & Шнайдер, Д. Д. (2013). Справочник БАДов. Москва: Научная книга.

Овощные и фруктовые соки содержат полифенолы, олигосахариды, клетчатку и нитраты (например, свекольный сок), которые могут вызывать эффект, подобный пребиотикам. Диеты на основе соков становятся популярными (Henning, 2017). Однако научных доказательств их пользы для здоровья недостаточно, чтобы определить явный эффект воздействия на микробиоту кишечника.

Кроме овощей и фруктов, являющихся богатыми источниками природных биологически активных соединений, альтернативой могут выступать морские водоросли, которые считаются потенциально функциональной пищей, позволяющей снизить риск многих заболеваний, поскольку они содержат различные биологически активные соединения (Choudhary, 2021). Данные эпидемиологических исследований показывают, что регулярное употребление диеты на основе морских водорослей может повысить иммунитет против ряда заболеваний, включая новый вирус COVID-19, за счет ингибирования ангиотензин-I-превращающего фермента (АПФ).

Антимикробная, антиоксидантная активность некоторых растительных экстрактов и их эфирных масел обусловлена главным образом наличием некоторых основных биологически активных соединений, включая фенольные кислоты, терпены, альдегиды и флавоноиды (Aziz, 2018). Исследования по включению натуральных консервантов в продукты из мяса и птицы, а также фрукты и овощи показывают положительную динамику в продлении срока их хранения. Однако показаны только предполагаемые механизмы действия этих природных консервантов.

Проведенные исследования (Tajkarimi et al., 2010; Jayasena & Jo, 2013; Hernandez-Ochoa et al., 2014) способствовали изменениям качества и количества пищи и ее полноценности (Васюкова и соавт. 2020). Проблемы со здоровьем человека растут. Существенную роль среди причин недостаточного потребления биологически активных веществ современным человеком играют также такие факторы, как монотонизация рациона, утрата им разнообразия, сведение к узкому стандартному набору нескольких основных групп продуктов и готовых блюд (Васюкова и соавт., 2020).

Изменения произошли и в продолжительности времени нахождения в пути до рабочего места лю-

дей, энергозатратах, эмоциональных нагрузках. Возникла необходимость регулирования порции пищи, ее насыщенности питательными веществами и калорийностью (Васюкова, 2019). Гомеостатический контроль потребления пищи находится под сильным влиянием гедонизма, системы вознаграждения и пищевого опыта (Hernández Ruiz de Eguilas, 2018). Необходимо, чтобы в этом небольшом объеме содержалось как можно больше полезных веществ, чтобы дневной рацион содержал все незаменимые компоненты. Это влечет к изменению рациона питания различных контингентов, особенно детей (Величковский, 2009). Поэтому рацион питания населения постоянно корректируется. Появилось много функциональных продуктов, которые разрабатываются на основе мясного или рыбного сырья с введением в рецептуры различных добавок, содержащих биологически активные вещества, а также выполняющих сорбирующие, структурирующие, гелеобразующие (Соловьева, 2013). Использование порошка морских водорослей в ряде рецептов способствовало частично устранить дефицит йода в рационе питания людей (Пьянкова, 2016). Введение натуральных добавок растительного происхождения, в том числе порошка красного лука (Сафронова и соавт., 2015), дало возможность повысить пищевую ценность рубленых мясных продуктов. Обогащение мясopодуков макро- и микронутриентами за счет использования грибного порошка в рецептуре (Петровой, 2014). Введение комплексной добавки «моби-люкс» в мясные и рыбные фарши (Васюкова и соавт., 2020) позволило обогатить кулинарные изделия биоорганическим кальцием и железом. Использование мышечной ткани макруруса малоглазого и овощей позволило повысить пищевую ценность полуфабрикатов из мяса птицы (Буракова, 2022).

Для поддержания здоровья и работоспособности человека, увеличения периода его жизни необходимо соблюдение принципов рационального питания, которое гарантирует поступление в организм необходимого количества эссенциальных питательных веществ, в том числе и микронутриентов, абсолютно необходимых для нормального осуществления обмена веществ, надежного обеспечения всех жизненных функций. Однако получение продуктов, в том числе длительного срока хранения, максимально удовлетворяющих потребностям человека еще создано недостаточ-

но. Не учтен уровень потребления микроэлементов в комплексе со сбалансированным составом аминокислот или ПНЖК.

Растущий интерес потребителей к здоровью расширил рынок для широкого спектра продуктов: многочисленных пищевых добавок, которые сейчас представлены на рынке. Добавки популярны, но безопасны ли они? Многие пищевые добавки, вероятно, безопасны при использовании в соответствии с рекомендациями. Однако с 1994 года, когда Конгресс США решил, что их следует регулировать, как если бы они были пищевыми продуктами, а также доказать, что они представляют значительный риск для потребителя².

Рост болезней «цивилизации» (повышенная масса тела, диабет второго типа, сердечно-сосудистые, онкологические и другие неинфекционные) требует оперативного решения создания функциональных продуктов, целенаправленно обеспечивающих возникающие дефициты. Кроме того, важную роль играют эпигенетические изменения, связанные с питанием, и программирование плода (Aziz, 2018). Также известную, но до конца не изученную тесную связь ожирения с широким спектром сопутствующих заболеваний, таких как сахарный диабет 2 типа, сердечно-сосудистые заболевания и др., как заболеваний одной этиопатологии (Корр, 2019), необходимо всесторонне исследовать. Выявить динамику воздействия факторов питания, обогащенных, функциональных продуктов на развивающиеся заболевания. Одно из этих направлений — создание функциональных мясопродуктов. Причем введение в мясорастительные системы биологически активных добавок — относительно новая тенденция, и в нашей стране еще не нашла достаточно широкого применения.

В перспективе в производстве мясных продуктов могут появиться нетрадиционные биотехнологии, основанные на изучении полезных свойств микроорганизмов, используемых в качестве стартовых культур (Соловьева, 2013). Биомодификация коллагенсодержащего сырья заквасками бактерий BB-12 и PS-4 с последующей выдержкой способствует улучшению его характеристик и позволяет

использовать данное сырье в качестве частичной замены мясного сырья в рецептурах полуфабрикатов (Тарасова, 2013). Использование бананового пюре, рисовой муки, морковного и тыквенного порошка в качестве БАД и пластифицирующей добавки (использовано сливочное масло) позволяет стабилизировать функционально-технологические свойства сырья (Васюкова, 2008, 2013, 2020). Исследования показали, что функциональные продукты на основе мяса рассматриваются как возможность улучшить пищевой профиль мясных продуктов за счет добавления биологически ценных компонентов и удовлетворить конкретные потребности потребителей (Espinales, 2024, Marques, 2010). Предложенные способы переработки и включения в рецептуры БАД позволили сделать заключение о возможности использования в технологии мясных продуктов не только отдельных биологически активных добавок, но также СО₂-экстрактов пряностей, объектов морского происхождения, содержащих ряд физиологически ценных компонентов.

Цель текущего исследования — разработка рецептур мясорастительных продуктов с использованием биологически активных веществ на основе клетчатки, семян чиа и овощей. Исследовательские вопросы: (1) обосновать целесообразность использования добавок — клетчатки с семенами чиа, СО₂-экстрактов пряно-ароматического сырья, структурирующих ингредиентов из сырых овощей; (2) подобрать режимы введения добавок и структурообразователей в комбинированные системы и определить компонентный и количественный их состав; (3) методом математического моделирования получить варианты рецептур мясорастительных продуктов с биологически активными добавками.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы

При разработке рецептуры и технологии мясорастительных полуфабрикатов с биологически активными добавками использовалось сырье растительного и животного происхождения в соот-

² National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2005). *Dietary supplements: A framework for evaluating safety*. Washington: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10882>

ветствии с действующими нормативными документами³: соевая клетчатка «Протоцель», семена чиа (изготовитель — компания «Агроимпэкс»), овощи (ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», Московской области), говядина I категории упитанности (производитель — компания «Мираторг»).

Объектами исследования служило сырье, входящее в рецептуру фарша, клетчатка и семена чиа, модельный мясорастительный фарш, котлеты и бигочки мясорастительные.

Методы и дизайн исследования

В работе использованы стандартные методы определения качества сырья и готовой продукции: органолептические, физико-химические и реологические. Общий химический состав разработанных полуфабрикатов и их калорийность определены с использованием общепринятых методик, комплексная квалитетическая оценка качества полуфабрикатов и готовых блюд выполнена в соответствии с рекомендациями А.М. Бражникова и В.И. Хлебникова (1983). Влагосвязывающая способность определялась методом Грау и Хамма в модификации Воловинской (1960). Влагоудерживающую способность (ВУС) фарша определяли по разности между массовой долей влаги в фарше и количеством влаги, выделившейся в процессе термической обработки. Кислотность мясного фарша и готовой продукции определяли потенциометрическим методом с помощью иономера ЭВ-74; структурно-механические свойства фарша — на ротационном вискозиметре «Брукфильда DV-II + Pro».

Среднюю плотность продукта, кг/м³, для сравнительно небольшого объема определяли по формуле:

$$\rho = m/V, \text{ кг/м}^3 \quad (1)$$

где m — масса продукта, кг; V — объем продукта, м³.

Разработаны отдельные рецептуры полуфабрикатов, позволяющие разнообразить ассортимент продукции из рубленого мяса.

Все исследования проводились не менее чем в трех повторностях. Продукты при исследовании соответствовали существующим требованиям стандартов.

Выбор сырья и пищевых добавок, был основан на работах Пьянкова (2016) об использовании порошка из морской капусты в фаршевых композициях; Нечепорук (2016) об овощных порошках как функциональных ингредиентах продуктов питания; Сафронова (2015) по повышению пищевой ценности мясных рубленых изделий путем введения в них натуральных добавок растительного происхождения и собственных производственных разработках (с 2012 по 2024 годы), результаты которых опубликованы в открытой печати.

Обоснование выбора продуктов:

- (1) Соевая клетчатка «Протоцель» обладает высокой влагосвязывающей способностью (1:8–10) и жиро-эмульгирующей способностью, является комбинацией ингредиентов с высокими показателями ВСС и ВУС в соотношении 1:15 и 1:9. Клетчатка с семенами чиа имеют большой объем нерастворимой клетчатки, которая быстро насыщает организм, остается неизменной при прохождении через пищеварительный тракт. Поскольку она абсолютно не усваивается, нерастворимая клетчатка не является источником калорий. Клетчатка облегчает работу кишечника, очищает вредные вещества, формирует здоровую микрофлору. Благодаря данному свойству продукта метаболизм ускоряется, пищеварение улучшается.
- (2) Семена чиа содержат альфа-линолевую кислоту (АЛК) — это ненасыщенная незаменимая жирная кислота, которая относится к омега-3 жирным кислотам с короткой цепью. Семена чиа — это семена растения «испанский шалфей» или «белая чиа». Обнаружено, что чиа увеличивает маркеры АЛК в крови. Химический состав чиа содержит жир — 30,74 г, углеводы — 42,12 г, белки — 16,54 г и 18 из 20 незаменимых аминокислот^{3,4}.
- (3) Лук репчатый богат фитонцидами и витаминами группы В, витамином С, РР, Е, D, К, включает биотин, каротиноиды, лимонную и яблочную кислоты, эфирное масло, моно-

³ ГОСТ Р 51705.1–2001. Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП.

- и олигосахариды, флавоноиды. В репчатом луке девятнадцать макро- и микроэлементов. Растение обладает фитонцидной активностью^{4,5}.
- (4) Морковь помимо витамина А и бета-каротина, содержит клетчатку, витамины В₁, В₂, В₅, В₆, В₉, С, Е, К, РР, калий, магний, марганец, медь, хром, а еще четыре типа сахаров: сахарозу, глюкозу, ксилозу, фруктозу и немного крахмала⁴. Является источником антиоксидантов, помогающих защитить клетки организма от окислительного повреждения⁶.
- (5) Кабачок — исключительно хороший источник витамина С, а также представляет собой кладезь других антиоксидантных фитохимических веществ, включая витамин А, супероксиддисмутаза и глутатион. Он богат клетчаткой, витаминами группы В, С и РР, а также микроэлементами: калием, фолиевой кислотой, кальцием и магнием. Благодаря этому, кабачки способствуют легкому очищению организма от токсинов, укрепляют иммунную систему, нормализуют обмен веществ и снижают уровень мочевой кислоты в организме (Елисеева & Ямпольский, 2019).
- (6) В состав куриных яиц входит более 40 витаминов, в том числе: В₁, В₂, В₄, В₅, В₆, В₉, В₁₂, С, D, Е, К, Н и РР, а также множество микро- и макроэлементов — калий, кальций, магний, цинк, селен, медь, марганец, железо, хлор, сера, йод, хром, фтор, молибден, бор, ванадий, олово, титан, кремний, кобальт, никель, алюминий, фосфор и натрий. Калорийность яиц достаточно неравномерна. Общая калорийность равна порядка 157 ккал на 100 грамм. Основная часть калорийности приходится на желток (он приблизительно в 8 раз калорийнее белковой части). При оценке состава нутриентов можно увидеть, что большая часть калорий приходится на белки (12–17 грамм в 100 граммах продукта) и жиры (11–12 грамм). Говядина богата магнием, кальцием, калием, натрием, фосфором, железом, аминокислотами. Есть много водорастворимых витаминов: В₁, В₂, В₄, В₅, В₆, В₉, В₁₂, С, а также К. А эластин и коллаген помогают сохранить здоровье суставов (Таблица 1).

Таблица 1

Химический состав исследуемых объектов³

Химический состав	Фарш говяжий	Клетчатка ⁷ с семенами чиа ⁸ (90/10)	Лук репчатый	Яйцо куриное
Калорийность, кКал	143	98	41	157
Белки, г	17.4	8	1.4	12,7
Жиры, г	8.2	2.2	0.2	11,5
Углеводы, г	0	9	8.2	71,1
<i>Витамины</i>				
Витамин А, РЭ, мкг	—	—	—	2.5
бета Каротин, мг	—	—	0.001	0.25
Витамин В ₁ , тиамин, мг	0.6	0.6	0.05	0.07
Витамин В ₂ , рибофлавин, мг	0.15	0.2	0.02	0.44
Витамин В ₄ , холин, мг	70	—	6.1	25.1
Витамин В ₅ , пантотеновая, мг	0.5	—	0.1	1.3
Витамин В ₆ , пиридоксин, мг	0.37	—	0.12	0.14
Витамин В ₉ , фолаты, мкг	8.4	—	9	7

⁴ Микронутриенты в питании здорового и больного человека. Учебник. М.: Колос. 2002

⁵ Скурихин, И.М. (Ред.). Химический состав российских пищевых продуктов. ДеЛи принт, 2002.

⁶ Чимонина И.В., & Кочарян, С.А. (2014). Биотехнологические особенности использования моркови и ее влияние на состояние организма человека. *Мир науки, культуры, образования*, (3), 419–422.

⁷ Соевая клетчатка протопектинового типа. Справочник. Протоцель — натуральная соевая клетчатка. Партнер-М.

⁸ Химический состав и пищевая ценность семян чиа — современное состояние знаний. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31159190/>

Продолжение Таблицы 1

Химический состав	Фарш говяжий	Клетчатка ⁷ с семенами chia ⁸ (90/10)	Лук репчатый	Яйцо куриное
Витамин В ₁₂ , кобаламин, мкг	2.6	—	—	0.52
Витамин С, аскорбиновая, мг	—	1.6	10	—
Витамин D, кальциферол, мкг	—	—	—	2.2
Витамин Е, альфа токоферол, мг	0.4	0.5	0.2	0.6
гамма Токоферол, мг	—	—	—	—
Витамин Н, биотин, мкг	3.04	—	0.9	20.2
Витамин РР, НЭ, мг	8.2	—	0.5	3.6
Ниацин, мг	—	—	0.2	0.19
<i>Макроэлементы</i>				
Калий, К, мг	326	407.0	175	140
Кальций, Са, мг	9	631.0	31	55
Кремний, Si, мг	—	—	5	12
Магний, Mg, мг	22	335.0	14	137
Натрий, Na, мг	65	16.0	4	134
Сера, S, мг	230	—	65	176
Фосфор, Ph, мг	188	860.0	58	192
Хлор, Cl, мг	59	—	25	156
<i>Микроэлементы</i>				
Алюминий, Al, мкг	—	—	400	—
Бор, В, мкг	—	—	200	—
Ванадий, V, мкг	—	—	—	—
Железо, Fe, мг	2.7	7.7	0.8	2.5
Йод, I, мкг	7.2	—	3	20
Кобальт, Co, мкг	7	—	5	10
Литий, Li, мкг	—	—	—	—
Марганец, Mn, мг	0.04	1.3	0.23	0.029
Медь, Cu, мкг	180	0.9	—	83
Никель, Ni, мкг	7.04	—	3	—
Рубидий, Rb, мкг	99.5	—	476	—
Селен, Se, мкг	0.10	—	0.5	30.7
Стронций, Sr, мкг	—	—	—	—
Титан, Ti, мкг	—	—	—	—
Молибден, Mo, мг	0.6	—	—	6
Фтор, F, мг	0.15	—	31	55
Хром, Cr, мкг	70	—	2	4
Цинк, Zn, мг	0.5	4.6	0.85	1.11
<i>Усвояемые углеводы</i>				
Моно- и дисахариды (сахара), г	1.7	—	8.1	0.7
Крахмал и декстрины, г	0.02	—	0.1	—
Галактоза, г	—	—	—	—
Глюкоза (декстроза), г	0.27	—	1.3	—
Сахароза, г	1.35	—	6.5	—
Фруктоза, г	0.25	—	1.2	—
<i>Незаменимые аминокислоты</i>				

Окончание Таблицы 1

Химический состав	Фарш говяжий	Клетчатка ⁷ с семенами чиа ⁸ (90/10)	Лук репчатый	Яйцо куриное
Аргинин, г	0.81	—	—	0,79
Валин, г	0.77	—	0,025	0,77
Гистидин, г	0.53	—	0,014	0,34
Изолейцин, г	0.59	—	0,04	0,6
Лейцин, г	1.12	—	0,05	1,08
Лизин, г	1.2	—	0,06	0,9
Метионин, г	0.34	—	0,01	0,42
Треонин, г	0.60	—	0,04	0,61
Триптофан, г	0.16	—	0,02	0,2
Фенилаланин, г	—	—	0,041	0,65
<i>Заменяемые аминокислоты</i>				
Аланин, г	0.83	—	—	0,71
Аргинин, г	—	—	0,16	—
Аспарагиновая кислота, г	1.34	—	—	1.23
Гидроксипролин, г	0.22	—	—	—
Глицин, г	0.71	—	0,041	0.42
Глутаминовая кислота, г	2.34	—	0,22	1.77
Пролин, г	0.52	—	0,03	0.4
Серин, г	0.59	—	0,027	0,93
Тирозин, г	0.5	—	0,03	0,48
Цистеин, г	0.2	—	0,013	0,29
Стиролы (стерины)				
Холестерин, мг	63.06	—	—	570
Фитостеролы, мг	—	—	—	—
<i>Насыщенные жирные кислоты</i>				
Насыщенные жирные кислоты, г	6.8	—	0.042	3
14:0 Миристиновая, г	0.41	—	—	0.04
16:0 Пальмитиновая, г	3.12	—	—	2.05
15:0 Пентадекановая, г	0.08	—	—	0.01
17:0 Маргаритовая, г	0.19	—	—	0.03
18:0 Стеариновая, г	1.52	—	—	0.88
20:0 Арахидовая, г	—	—	—	0.04
22:0 Бегеновая, г	—	—	—	—
<i>Моно ненасыщенные жирные кислоты</i>				
18:1 Олеиновая (омега-9), г	4.67	—	—	4.09
14:1 Миристинолевая, г	0.19	—	—	—
16:1 Пальмитолеиновая, г	0.68	—	—	0.39
<i>Поли ненасыщенные жирные кислоты</i>				
Омега-3 жирные кислоты, г	0.1	—	—	0.101
Омега-6 жирные кислоты, г	0.3	—	0.004	1.784
18:2 Линолевая, г	0.3	—	0.013	1.1
18:3 Линоленовая, г	0.1	—	—	0.06

Разрабатываемые полуфабрикаты и кулинарные изделия пролонгированных сроков годности станут отправной точкой для распространения этой технологии в системе общественного питания и пищевой промышленности. Предполагается, что разработанный ассортимент по физико-химическим, реологическим и органолептическим свойствам будет превосходить аналоги.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным Таблицы 1 видно, что растительное сырье дополняет мясо жизненно важными нутриентами. Например, витамин А отсутствует в говядине, в свою очередь он имеется в курином яйце; кремний, отсутствующий в говядине, компенсируется содержанием также в курином яйце; клетчатка с семенами чиа дополняет продукт повышенным содержанием калия, репчатый лук в свою очередь обогащает мясное сырье витамином С. При добавлении измельченного мелким кубиком лука в рецептуру мясного фарша полученный комбинированный состав обладает более выраженными реологическими характеристиками (сочность, пластичность), по сравнению с контролем. Подобные результаты получены и при введении кабачков (Васюкова и др., 2016; Васюкова и др., 2020).

После введения кабачков в рецептуру фарша последний начинает разжижаться, поэтому требуется незамедлительно проводить порционирование, панирование и замораживание или тепловую обработку. Введение измельченной моркови в рецептуру мясного фарша полученный комбинированный состав менее сочный по сравнению с предыдущими (лук и кабачок), и полуфабрикаты хорошо формуруются, панируются, форма устойчивая, не крошась. Добавка CO_2 -экстракта позволяет регулиро-

вать вкус мясорастительных изделий, придавая им пикантное послевкусие и приятный аромат (Васюкова и др., 2022).

Для оптимизации технологического процесса изготовления мясных рубленых изделий анализировали существующие технологии, имеющиеся в нормативных документах^{9,10,11}, а также организации процесса производства на стадии изготовления полуфабрикатов и кулинарных изделий^{12,13}.

Для определения дозирования растительных ингредиентов на основе контрольного образца — рецептура № 608 «Котлеты, биточки, шницели», разработаны 4 варианта мясорастительного фарша. Методом математического моделирования определены оптимальные концентрации основного и дополнительного сырья (Таблица 2).

В результате математической обработки получено четыре варианта модельных фаршей, максимально отвечающих поставленной цели — конструированию рецептур мясорастительных продуктов с использованием биологически активных веществ на основе клетчатки, семян чиа и овощей.

Отличительной особенностью разработанной технологии и выбранного контроля явилось использование CO_2 -экстракта перца черного молотого, по сравнению с классическими технологиями, приведенными в нормативной документации (действующем сборнике рецептур⁷ и ГОСТ 32951–2014 Полуфабрикаты мясные и мясосодерживающие. Общие технические условия).

Изготовление контрольных образцов котлет и опытных с добавлением овощей (лук репчатый, или морковь, или кабачок), клетчатки с семенами чиа, перца черного молотого (CO_2 -экстракт) осуществляли в пароконвектомате (Abat ПКА 10–1/1 ВМ2). Время тепловой обработки 12–15 минут.

⁹ Голунова, Л. Е. (2003). *Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания*. Санкт-Петербург: Профикс.

¹⁰ Васюкова, А. Т. (2013). *Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий кухонь народов России для предприятий общественного питания*. Москва: Дашков и Ко.

¹¹ *Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания*. М.: Экономика, 1982.

¹² Васюкова, А. Т., Жилина, Т. С. (2016). *Организация процесса и приготовление сложных хлебобулочных, мучных кондитерских изделий. Лабораторный практикум*. Москва: КноРус.

¹³ Васюкова, А. Т., & Любечкая, Т. Р. (2017). *Организация производства и обслуживания на предприятиях общественного питания*. Москва: Дашков и К.

Таблица 2
Рецептура мясорастительного фарша (нетто, г)

Наименование ингредиента	Контрольный образец №608	Исследуемые образцы			
		1	2	3	4
Котлетное мясо (говядина)	37	38,25	34,5	32,5	29,5
Хлеб пшеничный	9	—	—	—	—
Клетчатка с семенами чиа	—	2	4	6	8
Молоко	12	7	8	9	10
Сухари панировочные	5	5	5	5	5
Соль	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Перец чёрный молотый (СО ₂ -экстракт)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Лук репчатый (Л), или морковь (М), или кабачок (К)	—	4М	4Л	3Л	4К
Укроп свежий зелень	—	—	—	1	—
Яйцо	—	4	4	4	4
Масса полуфабриката	63,75	63,75	63,75	63,75	63,75
Масса готового изделия	56,1	55,9	56,3	55,7	56,2

Как видно из Таблицы 2, основным отличием опытной рецептуры от контроля являлась замена хлеба в количестве 9 г (контроль) на клетчатку с семенами чиа (от 2 до 8 г). Кроме того в контроль не входили овощи (лук, морковь, кабачок от 3 до 4 г) (образцы 1–4), а также дополнительно яйцо в количестве 4 г (контроль — отсутствует) и в одном образце — укроп.

Хлеб с молоком, приготовленный по контрольной рецептуре, имеет большую массу и массовую долю влаги, чем клетчатка с семенами чиа. При замене в рецептуре хлеба указанными выше компонентами массовый выход готового изделия уменьшился в образце №3 и №1 на 0,36 % и 0,71 % соответственно, а во втором и четвертом образцах наблюдалось увеличение на 0,36 % и 0,18 % соответственно.

Оценку комплексных органолептических показателей контрольных и опытных образцов готовых изделий проводили по 5 балльной шкале. При органолептической оценке контрольных и опытных образцов обращали внимание на их внешний вид (форма, состояние поверхности, цвет), консистенцию (сочность, пластичность), вкусо-ароматическую гамму.

Оптимальным образцом фарша выбран №2, так как органолептическая оценка показала, что в данном образце лучше вкусовая гамма, компоненты прекрасно дополняют друг друга.

Для дегустации изделий из модельного фарша целевого использования была выбрана возрастная категория питающихся 20–30 лет.

Технология приготовления образцов котлет включала измельчение говядины, овощных компонентов (репчатый лук, морковь, кабачок, укроп), введение БАД (клетчатка с семенами чиа в соотношении 90:10), соединение с яйцом, солью, перцем и перемешивание. Из полученного фарша готовили котлеты и биточки. Технологический процесс включал порционирование, формование и панирование полуфабрикатов в панировочных сухарях. Разработанные технологические режимы, обеспечили сокращение потерь питательных веществ. Тепловая обработка опытных и контрольных образцов осуществлялась в пароконвектомате с подачей 30 % пара в течение 8 минут при температуре 170 °С, затем приготовление выполнялось на режиме «жар-конвекция» в течение 4 минут при температуре 190 °С до достижения температуры 80 °С внутри мясорастительного изделия.

Обоснование потерь массы готового изделия

С повышением температуры образца потери массы увеличиваются. При этом следует отметить, что увеличение потерь зависит от способа нагрева (традиционный, СВЧ и пр.). При температуре 70 °C происходит свертывание белка. Они теряют способность удерживать воду, т. е. становятся гидрофобными из гидрофильных, при этом уменьшается масса готового продукта. Общие потери белка при термообработке колеблются от 2 до 7 %. Отличие предлагаемой технологии от классических способов приготовления изделий из мясной котлетной массы является использование клетчатки в смеси с семенами чиа, которые не подвергаются предварительной тепловой обработке. При введении клетчатки в фарш влага не удаляется в окружающую среду, а удерживается за счет адсорбции. При этом формируется развитая пористая структура, состоящую из мезо- и микропор. Данные свойства клетчатки, как натурального сорбента, подтверждены исследованиями, основными преимуществами которых является возможность их длительного применения (Нұралы, 2017).

Установлено, что потери массы полуфабрикатов при обработке в пароконвектомате составили 8,8 %. Наименьшие потери характерны для панированных изделий из котлетной массы, так как выдавленная белками влага удерживается наполнителем (хлебом), о чем имеются данные в традиционных технологиях (Тарасова, 2013; Васюкова & Жилина, 2016). Но в нормативных документах и научных публикациях потери массы при тепловой обработке составляют 20 %. Кроме того, панировочный слой также препятствует испарению влаги с обжаренной поверхности. Поэтому при приготовлении полуфабрикатов помимо введения клетчатки в рецептуру использовались панировочные сухари. В результате потери массы сократились до 8,8 % по сравнению с 20 % при традиционных способах обработки изделий котлетной массы. Снижению потерь массы и растворимых питательных веществ способствовал и комбинированный способ обработки. В рабочую камеру пароконвектомата вначале подавался пар, а затем переключался на режим «жар-конвекция», т.е. применялся комбинированный нагрев продукта.

Жир при нагревании из продуктов вытапливается. Пищевая ценность его снижается. Так, потери не-

которых жирных кислот составляют 20–40 %. Если температура греющей поверхности длительное время превышает 180 °C, то жир подвергается термическому разрушению с образованием промежуточных продуктов пиролиза и дыма, а вкус готовой продукции резко ухудшается, что подтверждается исследованиями ряда ученых. Однако, как предлагает Нугманова Х.М (2015), внесение в рецептуру колбасы 5–7 % морковного порошка обогащает продукт природными витаминами, а также дает возможность частично снизить в рецептуре количество нитрита натрия за счет содержания красящего пигмента β -каротина. Но сухой морковный порошок дороже свежей моркови и полученные изделия с экономической точки зрения будет повышать себестоимость продукции. Кроме того, в предприятиях общественного питания нитрита натрия не используется.

При создании рецептуры мясных фаршевых изделий Нечепорук (2016) также рекомендует включение порошков сельдерея — в количестве 2,5; 5 и 7,5 % от массы фарша, а также моркови — в количестве 5; 7,5 и 10 %. Но при максимальных концентрациях сельдерея и моркови в рецептуре появится опасность нивелирования мясного вкуса, что вместе с высокой себестоимостью будет отрицательно сказываться на покупательской способности населения.

Чтобы избежать значительные потери питательных веществ тепловую обработку опытных и контрольных образцов производили в пароконвектомате с подачей 30 % пара в течение 8 минут при температуре 170 °C, затем приготовление на режиме «жар-конвекция» в течение 4 минут при температуре 190 °C до достижения температуры внутри продуктов 80 °C (Васюкова & Тихонов, 2020, Васюкова & Любецкая, 2017).

Разработанные полуфабрикаты из мясорастительного фарша имели оптимальные структурно-механические показатели, позволяющие производить их на индустриальной линии (Таблицы 3–4).

Все разработанные образцы мясорастительных полуфабрикатов (пищевые системы содержат говядина-морковь, говядина-лук, говядина-лук-укроп, говядина-кабачок) и кулинарных изделий с БАД (3–12 %) превосходят контроль. Лучшими из приведенных экспериментальных данных имел образец №2 при концентрации добавки клетчат-

Таблица 3
Содержание сухих веществ и реологических показателей разработанных изделий

Показатель	Контроль	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4
<i>Определение сухих веществ</i>					
Масса сухих веществ полуфабриката, г	28,9 ± 0,01	30,9 ± 0,02	31,2 ± 0,01	31,8 ± 0,03	31,3 ± 0,01
Масса сухих веществ готового изделия, г	29,8 ± 0,03	32,8 ± 0,04	32,9 ± 0,03	32,2 ± 0,06	33,4 ± 0,04
<i>Ph-среды</i>					
Ph полуфабриката	6 ± 0,08	6 ± 0,06	6 ± 0,07	5,5 ± 0,09	6 ± 0,04
Ph готового изделия	6 ± 0,01	6 ± 0,02	6,5 ± 0,09	5,5 ± 0,03	6 ± 0,08
<i>Влагосвязывающая способность</i>					
ВСС полуфабриката,%	80,0 ± 0,09	84,2 ± 0,07	86,0 ± 0,05	85,0 ± 0,09	86,3 ± 0,03
ВСС готового изделия,%	46,2 ± 0,04	49,1 ± 0,06	50,9 ± 0,09	50,0 ± 0,02	51,4 ± 0,04
<i>Плотность</i>					
Плотность полуфабриката, г/см ³	1,12 ± 0,01	1,24 ± 0,02	1,15 ± 0,01	1,28 ± 0,03	1,22 ± 0,04
Плотность готового изделия, г/см ³	0,50 ± 0,03	0,55 ± 0,02	0,59 ± 0,04	0,63 ± 0,01	0,75 ± 0,03

Таблица 4
Определение выхода полуфабрикатов и готовых изделий

Показатель	Контроль	Опыт №1	Опыт №2	Опыт №3	Опыт №4
Масса полуфабриката, г	63,75 ± 0,02	63,75 ± 0,04	63,75 ± 0,03	63,75 ± 0,04	63,75 ± 0,02
Масса жареных котлет, г	56,1 ± 0,01	55,9 ± 0,03	56,3 ± 0,06	55,7 ± 0,03	56,2 ± 0,01

ки с семенами чиа равной 6 % и лука репчатого 6 %. Образец №4 был более плотным, особенно при хранении в течение трех часов, предусмотренных СанПин 2.3/2.4.3590–20. Мясорастительные полуфабрикаты, и готовые кулинарные изделия были сочные, хорошо сохраняли форму, имели выраженный вкус и аромат.

Сравнительный анализ результатов исследования показывает, что котлеты «Пикантные» наиболее близки к традиционной технологии по показателям Ph-среды, ВСС и влажности. Полученные графики имеют полиномиальную зависимость при величине достоверности аппроксимации $R^2=1$. Реологические и органолептические показатели качества очень важны для изготовления продукции индустриальным способом (Васюкова & Эдварс, 2020). Выход полуфабрикатов и готовых кулинарных изделий показан в Таблице 4.

Значительные изменения исследуемых показателей от контроля также является неприемлемыми, так как приводят к ухудшению качественных показателей объектов исследования. Полученные в Таблице 4 данные незначительно отличаются от контроля. Поэтому, можно утверждать, что введенные добавки и овощи не оказывают дополнительного влияния на потери массы при кулинарной обработке.

На основании проведенных исследований выполнена комплексная квалиметрическая оценка качества кулинарных изделий из мясорастительных фаршей (Таблица 5). Данные Таблицы 5 свидетельствуют о том, что готовые кулинарные изделия котлеты «Пикантные» и биточки паровые содержат 3,25 % суточной потребности в β-каротине и 20 % в витамине А, 112–125 % витамина Е, за счет введения в рецептуру моркови, укропа, яиц, семян чиа, лука, кабачка.

Таблица 5

Результаты комплексной квалитетической оценки качества кулинарных изделий из мясорастительных фаршей

Показатель качества	K _r	P	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
1. Органолептические показатели	0,25	—	—	—	—	—
внешний вид, балл	0,3	5	3	3	4	3
вкус, балл	0,2	5	3	4	4	4
запах, балл	0,3	5	4	4	5	4
консистенция, балл	0,2	5	2	3	4	2
Итого по группе			0,475	0,35	0,175	0,375
2. Физико-химические и реологические показатели	0,2	—	—	—	—	—
сочность (ВСС), п/ф %	0,3	92	86,3	86	85	84,2
сочность (ВСС), г/и %	0,2	91,6	51,4	50,9	50	49,1
вязкость, Па·с	—	—	—	—	—	—
плотность, г/см ³	0,4	1,14	1,24	1,15	1,28	1,22
поваренная соль, %	0,1	0,3	1	1,36	1,3	1,23
Итого по группе			0,198	0,201	0,212	0,219
3. Пищевая и биологическая ценность	0,3	—	—	—	—	—
3.1. Белки	0,4	—	—	—	—	—
содержание белков, г	0,5	4,11	4,8	4,6	4,58	4,45
коэффициент утилизации АС	0,5	0,65	—	—	—	—
Итого по подгруппе			0,046	0,05	0,052	0,053
3.2. Минеральные в-ва	0,3	—	—	—	—	—
кальций, мг/100 г	0,3	21,27	27,8	31,64	35,64	39,54
фосфор, мг/100 г	0,4	91,92	101,05	94,45	91,35	86,25
магний, мг/100 г	0,15	13,49	13,73	12,94	12,58	11,94
железо, мг/100 г	0,15	1,338	1,49	1,38	1,32	1,24
Итого по подгруппе			−0,2	−0,03	−0,1	−0,1
3.3. Витамины	0,2	—	—	—	—	—
витамин А, мг/100 г	0,2	0,0035	0,0114	0,011	0,011	0,012
витамин В ₁ , мг/100 г	0,2	0,0479	0,096	0,1	0,12	0,138
витамин В ₂ , мг/100 г	0,15	0,0795	0,013	0,015	0,016	0,018
витамин С, мг/100 г	0,15	0,1804	0,12	0,2	0,27	0,36
витамин Е, мг/100 г	0,3	0,398	0,13	0,123	0,119	0,113
Итого по подгруппе			−0,008	0,015	0,016	0,01
Итого по группе			0,25	0,1	0,11	0,16
4. Эстетические свойства, баллы	0,2	5	2	3	4	2
Итого по группе			0,04	0,006	0,008	0,04

Выявлен технический результат заявляемой технологии, заключающийся в создании сбалансированных по составу продуктов, содержащих жизненно необходимые нутриенты: говядина-морковь, говядина-лук, говядина-лук-укроп, говядина-кабачок с предпочтительным соотношением в диапазоне 1,3–1,6, которые будут дополнительно за счет овощей содержать витамины (мг на 100 г): β -каротин (0,001–1,1), B_1 (0,04), B_2 (0,02), С (5,0–60,0), пищевые волокна от 0,8 до 3,0 % и крахмал от 0,1 до 0,3 % с сохранением общих концентраций белка в рационе питающихся (Васюкова, 2019). Органолептическая оценка изготовленных мясных комбинированных изделий, приготовленных из говядины и растительного сырья с биологически активными добавками, проведенная в лаборатории университета, показала высокие баллы. Изделия не уступают традиционным рубленным полуфабрикатам, изготовленным из говяжьего фарша. Все образцы, представленные на дегустации, были сочными, имели приятный аромат и хорошо сохраняли форму при тепловой обработке.

Органолептическая оценка качества разработанных мясных фаршевых продуктов на основе говядины с добавлением растительного сырья с БАД показала, что все продукты по разработанной системе дескрипторов имели гладкую поверхность, сочную консистенцию, характерный для котлет внешний вид, вкус и цвет соответствовали жареным мясным котлетам. Полученные результаты согласуются с данными других авторов, проводимых исследования в этой области (Васюкова & Алексеев, 2020; Васюкова & Мошкин, 2020; Васюкова & Макаров, 2020; Васюкова & Мушин, 2016). Вкусо-ароматическая гамма котлет также более сформирована за счет введения в рецептуру CO_2 -экстракта черного перца (Богодист-Тимофеева и соавт., 2016).

На основании проведенных исследований было установлено, что потери массы всех разработанных образцов меньше, чем у контрольных, приготовленных по традиционной рецептуре № 608 «Котлеты, биточки, шницели». Применимый способ тепловой обработки — в пароконвектомате, позволяет лучше сохранять питательные свойства сырья. Качество выпускаемой продукции выше, чем с использованием традиционных способов обработки, так как применены более мягкие температурные режимы: «пар» и «жар-конвекция».

С точки зрения потребительских свойств продукции, необходимо отметить оригинальный вкус и запах всех разработанных образцов (Васюкова и соавт., 2020).

Предложенный авторами вариант способов получения котлет, обогащенных биологически активными добавками, показывает, что применение овощей и клетчатки с семенами чиа позволяет получить продукт с повышенной биологической ценностью и улучшенными органолептическими свойствами.

На основании полученных результатов исследований разработана индустриальная технология производства котлет «Пикантные», биточков паровых. Подготовлены нормативные документы ТУ10.86.10–011-02068634–2023 и ТИ «Мясные полуфабрикаты с биологически активными добавками для школьного питания», отвечающие требованиям ТРТС 021; ТРТС 034/2013. Апробированы технологические режимы в производственных условиях ООО «Альтернатива» на механизированной линии «Бегарат», обеспечивающие сокращение потерь питательных веществ за счет тепловой обработки в пароконвектомате. Полуфабрикаты включены в ассортиментный перечень предприятия ООО «А-групп» и меню операторов питания ООО «Альтернатива» Ульяновской области и МАУ «Центр Здорового Детского Питания» республики Марий-Эл.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования подтвердили гипотезу о возможности вовлечения клетчатки с семенами чиа, CO_2 -экстрактов пряно-ароматического сырья, структурирующих ингредиентов из сырых овощей в процесс производства мясных функциональных изделий: котлет «Пикантные» и биточков паровых.

Подобраны режимы введения добавок и структурообразователей в комбинированные системы и определен компонентный и количественный их состав. Замена в рецептуре хлеба в количестве 9 г (контроль) на клетчатку с семенами чиа (от 2 до 8 г), введение овощей (лук, морковь, кабачок от 3 до 4 г), а также дополнительно яиц в количестве 4 г, укропа и CO_2 -экстрактов пряно-ароматического сырья,

при разработке котлет и биточков, обогащенных биологически активными добавками, показывает, что применение овощей и клетчатки с семенами чиа позволяет получить продукт с повышенной биологической ценностью и улучшенными органолептическими свойствами.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Васюкова Анна Тимофеевна: концептуализация; методология, ресурсы, создание рукописи и ее редактирование.

Эдварс Ростислав Анатольевич: верификация данных, создание рукописи и ее редактирование.

Любимова Кристина Владимировна: анализ, разработка и получение исследуемого материала, проведение исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Антипова, Л. В., & Воронкова, Ю. В. (2014). Пищевые волокна отечественного производства для мясopерерабатывающей промышленности. *Вестник Воронежского университета инженерных технологий*, (2), 95-99. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2014-2-95-98>
- Богодист-Тимофеева, Е. Ю., Ножко, Е. С., Брановицкая, Т. Ю., & Каневская, А. А. (2016). Определение качественных и потребительских характеристик масляных экстрактов пряно-ароматических растений. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия*, 2(68), 75-81.
- Васюкова, А. Т., Славянский, А. А., Бражников, М. Е., & Макаров, М. Г. (2019). Современные подходы к организации питания рабочих промышленных предприятий. В *Научно-практическая конференция "Перспективы развития пищевой и химической промышленности в современных условиях"* Оренбургский государственный университет (с. 35-39). Оренбург.
- Васюкова, А. Т., Тихонов, Д. А., Стукалов, М. А., & Шагаров С. Н. (2020). Влияние пищевой добавки на функциональные свойства мясных кулинарных изделий. *Товаровед продовольственных товаров*, (6), 15-18.
- Васюкова, А. Т., Бражников, М. Е., Макаров, М. Г., & Эдварс, Р. А., Махмадалиев, Э. Ш. (2020). Разработка технологии и рецептур мясных фаршевых изделий с БАД. *Вестник ВГУИТ*, (1), 123-128. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-1-124-128>
- Величковский, Б. Т. Тутельян, В. А., Кучма, В. Р., & Баранов, А. А. (2009) Новые возможности профилактической медицины в решении проблем здоровья детей и подростков России. *ГЭОТАР-Медиа*.
- Елисеева, Т., & Ямпольский, А. (2019). Кабачок (лат. *Cucúrbita péro*). *Журнал здорового питания и диетологии*, (4), 26-37.
- Наумова, Н. Л., Ребезов, М. Б., & Варганова, Е. Я. (2012). Функциональные продукты. *Спрос и предложение*. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ.
- Нечепорук, А. Г., Третьякова, Е. Н., Стрыгина, О. О. (2016) Овощные порошки как функциональный ингредиент продуктов питания. *Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения* (с.196-199). Мичуринск.
- Нугманова, Х. М., Асенова, Б. К., Нургазезова, А. Н., & Касымов С. К. (2015). Использование морковного порошка в качестве пребиотика в технологии производства функциональных колбасных изделий. *Молодой ученый*, 10(3), 28-31.
- Павлова, О. Н., Грибанова, Е. А., Желонкин, Н. Н., Боронец, Т. Ю., Первушкин, С. В., & Пурыгин, П. П. (2007). Современные подходы к классификации биологически активных добавок к пище. *Вестник Самарского государственного университета*, (9/1), 256-270.
- Пьянкова, Д. М. (2016) Использование порошка из морской капусты в производстве блюд изделий общественного питания. В *Сборнике научных трудов "Продовольственная безопасность"* (с. 28-32). Екатеринбург: УГЭУ.
- Соловьева, А. А., Ребезов, М. Б., Зинина, О. В., Лакеева, М. Л., & Гаврилова, Е. В. (2013). Актуальные биотехнологические решения в мясной промышленности. *Молодой ученый*, (5), 105-107.
- Тарасова, И. В., Ребезов, М. Б., Зинина, О. В., & Ребезов, Я. М. (2013). Использование коллагенсодержащего сырья животного происхождения при производстве мясного биопродукта. *SWorld*, 4(1), 46-50.
- Васюкова, А. Т., & Абесадзе, Л. Т. (2008) Влияние компонентов рецептуры на качество хлебобулочных изделий при хранении. *Хлебopодукты*, (8), 50-53.
- Васюкова, А. Т., Васюков, М. В., & Мушин, П. (2016). Структурно-механические показатели качества рубленой и котлетной мясной массы с биологически активными добавками. *Агропромышленные технологии Центральной России*, 2(2), 15-20.
- Васюкова, А. Т., Славянский, А. А., Хайруллин, М. Ф., Алексеев, А. Е., Мошкин, А. В., & Махмадалиев, Э. Ш. (2019). Продукты с растительными добавками для здорового питания. *Пищевая промышленность*, (12), 72-75. <https://doi.org/10.24411/0235-2486-2019-10193>

- Васюкова, А. Т., Кусова, И. У., Кривошонок, К. В., Эдвардс, Р. А., Талби, М. (2022) Влияние БАД на потребительские свойства функционального фарша. *Товаровед продовольственных товаров*, (3), 174-179. <https://doi.org/10.33920/igt-01-2203-03>
- Филонова, Г. Л., Ковалева, И. Л., Комракова, Н. А., & Никифорова, Е. В. (2015). Пряно-ароматическое сырье для создания позитивной безалкогольной продукции. *Пиво и напитки*, (5), 58-62.
- Чимонина, И. В., & Перевошикова К. Н. (2016). Биохимический анализ пряностей и их роль в питании человека. *Вестник науки и творчества*, 2(2), 124-131.
- Ayala Garcia, A., Soldevila-Domenech, N., Yi S.Y., de la Torre R., & Steffen, L.M. (2024). Dietary patterns associated with cognitive decline: Methods for harmonizing data from cohort studies in Europe and the United States. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1379531. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1379531>
- Aziz, M., & Karbun, S. (2018) Natural antimicrobial and antioxidant substances in meat and poultry products and fruits and vegetables: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(3), 486-511. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1194256>
- Berendsen, A. A. M., Kang, J. H., van de Rest, O., Falkensee, J. M., de Groot LCPGM, & Grodstein, F. (2017). *Journal of the American Medical Directors Association*, 18(5), 427-432.
- Choudhary, B., Chauhan, O. P., & Mishra, A. (2021). Edible seaweed: A potential new source of bioactive metabolites and nutraceuticals beneficial to human health. Section Marine Biotechnology and Bioproducts. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.740054>
- Daker, R., Challamel, J., Hanson, S., & Uprichard J. (2024). Creating Healthier Habits: The Impact of Workplace Teaching Kitchens on Employee Food Literacy. *Nutrients*, 16(6), 865. <https://doi.org/10.3390/nu16060865>
- Espinales, C., Baldeon, M., Bravo, C., Toledo, J., Carballo, J., Romero-Pena, M., Caceres, P. H. (2024) Strategies for healthier meat-based eating: A review. *Food Science & Nutrition*, 29(1), 18-30. <https://doi.org/10.3746/pnf.2024.29.1.18>
- Gottardi, D., Bukvitsky, D., Prasad, S., & Tyagi, A. K. (2016) Beneficial effects of spices on food preservation and safety. *Food Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01394>
- Hernandez-Ochoa, L., Aguirre-Prieto, Y. B., Nevarez-Murillon, G. V., Gutierrez-Mendez, N., & Salas-Mu-oz, E. (2014). Using essential oils and spice extracts to protect meat. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 957-963. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0598-3>
- Hernández Ruiz de Eguilaz, M., Martínez de Morentin Aldabe, B., Almiron-Roig, E., Pérez-Diez, S., San Cristóbal Blanco, R., Navas-Carretero, S., & Martínez, J. A. (2018) Multisensory influences on eating behavior: Hedonic consumption. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, 65(2), 114-125. <https://doi.org/10.1016/j.endien.2018.03.003>
- Henning, S. M., Yang, J., Shao, P., Lee, R. P., Huang, J., Ly, A., Hsu, M., Lu, Q.-Y., Thames, G., Heber, D., Li, Z. (2017) Health benefit of vegetable/fruit juice-based diet: Role of microbiome. *Scientific Reports*, 7(1), 2167. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02200-6>
- Jayasena D.D. & Joe, K. (2013). Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 34, 96-108. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.09.002>
- Kopp, W. (2019). How western diet and lifestyle drive the pandemic of obesity and civilization diseases. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 12, 2221-2236. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S216791>
- Lu, Q.-Y., Summanen, P.H., Lee, R.-P., Huang, J., Henning, S.M., Heber, D., Finegold, S.M., & Li, Z. (2017). Prebiotic potential and chemical composition of seven culinary spice extracts. *Journal of Food Science*, 82, 1807-1813. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13792>
- Lu, Q.-Y., Zhang, X., Yang, J., Wei-Liang, W. Guo, & Wai-Nang, Li (2017) Triterpenoid-rich loquat leaf extract induces growth inhibition and apoptosis of pancreatic cancer cells through altering key flux ratios of glucose metabolism. *Metabolomics*, 13, 39. <https://doi.org/10.1007/s11306-017-1176-0>
- Marques, A., Marques, C., Marostica, M.R., & Pastore, G.M. (2010). Some nutritional, technological and environmental advances in the use of enzymes in meat products. *Enzyme Research*, Article ID 480923. <https://doi.org/10.4061/2010/480923>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2005). *Dietary supplements: A framework for evaluating safety*. Washington: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10882>
- Nuraly, A. M., Bekseitova, K. S., Biysenbaev, M. A., Nuraliev, M. A., & Panov, S.A. (2017). Comparison of the adsorption properties of dietary fiber obtained from plant materials. *West Kazakhstan Medical Journal*, 4(56), 35-41.
- Prakash, B., Shukla, R., Singh, P.K., Kumar, A., Mishra, P. K. & Dubey, N. K. (2010) Efficacy of chemically characterized Piper betle L. essential oil against fungal and aflatoxin contamination of certain foods and its antioxidant activity. *International Journal of Food Microbiology*, 15, 114-119. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.06.011>
- Prakash, B., Singh, P., Kedia, A., & Dubey, N. K. (2012). Evaluation of selected essential oils as food preservatives based on antifungal, antiaflatoxin, antioxidant activity and in vivo effectiveness in the food system. *International Journal of Food Microbiology*, 49, 201-208. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.08.020>
- Radha Krishnan, K., Babuskin, S., Azhagu Saravana Babu, P., Sasikala, K.M., Archana, Sabina, G., Sivarajan, M., & Sukumar, M. (2014) Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on extending the shelf life of raw chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, 171, 32-40. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.011>
- Sena, H., & Calder, P. (2020) Defining healthy eating: Evidence for the role of modern dietary patterns in health and disease. *Nutrients, National Center for Biotechnology Information*, 12(2), 334. <https://doi.org/10.3390/nu12020334>
- Shahriarpour, Z., Nasrabadi, B., Shariati-Bafghi, S. E., Karamati, M., & Rashidhani, B. (2020). Adherence to Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) and

- the risk of osteoporosis in Iranian postmenopausal women. *Osteoporosis International*, 31(11), 2179-2188. <https://doi.org/10.1007/s00198-020-05450-9>
- Song, Yu., Wu, F., Sharma, S., Clendenen, T. V., India-Aldana, S., Afanasyeva, Y., Gu, Y., Koenig, K. L., Zeleniukh-Jacotte, A., & Chen, Y. (2024) Adherence to the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet in midlife and subjective cognitive complaints in late life in women. *Nutrients*, 20(2), 1076-1088. <https://doi.org/10.1002/alz.13468>
- Suleiman, A. M. E., Abdallah, E. M., Alanazi, N. A., Ed-Dra, A., Jamal, A., Idriss, H., Alshammari, A. S., & Shommo, S. A. M. (2023). Spices as sustainable food preservatives: a comprehensive review of their antimicrobial potential. *Pharmaceuticals*, 16(10), 1451. <https://doi.org/10.3390/ph16101451>
- Tajkarimi, M. M., Ibrahim, S. A., & Cleaver, D. O. (2010) Antimicrobial compounds of herbs and spices in foods. *Food Control*, 21, 1199-1218. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.02.003>
- Teshome, E., Forsido, S. F., Rupasinghe, H. P. V., & Olika Keata, E. (2022) Potential of natural preservatives to improve food safety and shelf life: A review. *The Scientific World Journal*, 9901018. <https://doi.org/10.1155/2022/9901018>
- Valverde-Queralt, A., Regueiro, J., Martinez-Huelamo, M., Rinaldi Alvarenga, J.F., Leal, L. N., & Lamuela-Raventos, R.M. (2014). A comprehensive study of the phenolic profile of commonly used culinary herbs and spices: Rosemary, thyme, oregano, cinnamon, cumin and bay. *Food Chemical*, 154, 299-307. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.106>