

Научная статья/Research article

УДК 637.524.24

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-298-307

Светлана Евгеньевна Божкова^{1✉}, Валентина Николаевна Храмова²,
Дмитрий Александрович Скачков³, Ольга Петровна Серова⁴

^{1,2,3,4}Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

¹bozhkova@mail.ru

^{2,3,4}tpp@vstu.ru

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВАРЕННЫХ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ОБОГАЩЕННЫМИ СЕМЕНАМИ ЧЕЧЕВИЦЫ

Цель исследования – разработка рецептуры и технологии производства функциональных вареных колбасных изделий с повышенной эссенциальной обеспеченностью биодоступным цинком и витамином А, направленных на профилактику микронутриентной недостаточности, рациональное использование сырьевых ресурсов и обеспечение рыночной конкурентоспособности продукта. Задачи: разработать рецептуру вареной колбасы с использованием пророщенных семян чечевицы, обогащенных цитратом цинка, и моркови, богатой бета-каротином; оптимизировать технологический процесс производства с учетом сохранения биодоступности микронутриентов и улучшения органолептических характеристик; провести сравнительный анализ физико-химических и органолептических показателей экспериментального и контрольного образцов; оценить биологическую ценность и функциональность разработанного продукта; оценить экономическую эффективность и рыночную конкурентоспособность продукта. Исследования осуществлялись в лабораторных условиях на базе Волгоградского государственного технического университета. Представлены результаты исследования по разработке функционального вареного колбасного изделия с повышенной эссенциальной обеспеченностью биодоступным цинком и витамином А. Создана оптимизированная рецептура вареной колбасы с использованием пророщенных семян чечевицы, обогащенных цитратом цинка, и моркови, богатой бета-каротином. Экспериментально установлено, что введение в рецептуру 8 г обогащенной чечевицы и 5 г моркови на 100 г несоленого сырья позволяет восполнить суточную потребность человека в цинке на 15,1 % и витамине А на 7,2 %. Разработанная технология обеспечивает улучшение органолептических показателей продукта, повышение его пищевой ценности и увеличение выхода на 7 % по сравнению с контрольным образцом, что подтверждает эффективность предложенной модификации рецептуры в решении проблемы эссенциальной обеспеченности массово потребляемого продукта.

Ключевые слова: вареные колбасные изделия, семена чечевицы, обогащение, микронутриент, эссенциальные пищевые вещества, минорные компоненты, биодоступность

Для цитирования: Божкова С.Е., Храмова В.Н., Скачков Д.А., и др. Разработка и анализ эффективности функциональных вареных колбасных изделий с обогащенными семенами чечевицы // Вестник КрасГАУ. 2025. № 11. С. 298–307. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-298-307.

Финансирование: авторы выражают благодарность администрации Волгоградской области за поддержку научно-технического проекта грантом по Соглашению № 2 от 12.12.2024 с ВолгГТУ.

Svetlana Evgenievna Bozhkova^{1✉}, Valentina Nikalaevna Khramova²,
Dmitriy Aleksandrovich Skachkov³, Olga Petrovna Serova⁴

^{1,2,3,4}Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

¹bozhkova@mail.ru

^{2,3,4}tpp@vstu.ru

DEVELOPMENT AND EFFICIENCY ANALYSIS OF FUNCTIONAL COOKED SAUSAGE PRODUCTS WITH ENRICHED LENTIL SEEDS

The aim of the study is to develop a recipe and production technology for functional cooked sausage products with increased essential content of bioavailable zinc and vitamin A, aimed at preventing micronutrient deficiency, rational use of raw materials and ensuring the market competitiveness of the product. Objectives: to develop a recipe for cooked sausage using sprouted lentil seeds enriched with zinc citrate and carrots rich in beta-carotene; to optimize the production process taking into account the preservation of micronutrient bioavailability and improvement of organoleptic characteristics; to conduct a comparative analysis of the physicochemical and organoleptic parameters of the experimental and control samples; to evaluate the biological value and functionality of the developed product; to evaluate the economic efficiency and market competitiveness of the product. The studies were carried out in laboratory conditions at the Volgograd State Technical University. The paper presents the results of a study on the development of a functional cooked sausage product with increased essential content of bioavailable zinc and vitamin A. An optimized cooked sausage recipe was developed using sprouted lentil seeds enriched with zinc citrate and carrots rich in beta-carotene. Experiments have shown that adding 8 g of enriched lentils and 5 g of carrots per 100 g of unsalted raw materials meets the daily requirement for zinc by 15.1 % and vitamin A by 7.2 %. The developed technology improves the product's organoleptic properties, increases its nutritional value, and increases yield by 7 % compared to the control sample, confirming the effectiveness of the proposed recipe modification in addressing the essential nutritional needs of this mass-consumed product.

Keywords: cooked sausages, lentil seeds, fortification, micronutrient, essential nutrients, minor components, bioavailability

For citation: Bozhkova SE, Khramova VN, Skachkov DA, et al. Development and efficiency analysis of functional cooked sausage products with enriched lentil seeds. *Bulletin of KSAU*. 2025;(11):298-307. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-298-307.

Funding: the authors are grateful to the Volgograd Region Administration for supporting this research and development project with a grant under Agreement № 2 dated December 12, 2024, with Volgograd State Technical University.

Введение. В современных условиях дефицит микронутриентов, включая цинк, остается актуальной проблемой питания населения России, несмотря на насыщенность продовольственного рынка. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, цинковая недостаточность затрагивает более 2 млрд чел. в мире, провоцируя нарушения иммунитета, метаболизма и повышая риск хронических заболеваний. В России ситуация усугубляется несбалансированным рационом с преобладанием злаковых культур, содержащих фитаты, снижающие биодоступность цинка. Это соответствует выводам исследований, подтверждающих связь дефицита цинка с питанием, основанным на растительных белках.

Отмечается, что дефицит эссенциальных микронутриентов, таких как цинк, остается критической проблемой в России даже несмотря на изобилие продовольствия. Более 2 млрд чел. в мире, включая россиян, сталкиваются с цинковой недостаточностью, что связано с преобла-

данием в рационе злаков, богатых фитатами – антагонистами усвоения цинка [1]. Такая ситуация требует разработки инновационных продуктов питания, способных компенсировать данный дефицит.

Реализация «Стратегии повышения качества пищевой продукции до 2030 года» требует разработки функциональных продуктов, обогащенных дефицитными нутриентами. Особый интерес представляет мясная промышленность, где использование альтернативных источников белка и обогащение микроэлементами позволяют снизить себестоимость и повысить пищевую ценность. Вареные колбасные изделия, как массово потребляемый продукт, являются перспективным носителем для коррекции цинк-дефицитных состояний.

Современные исследования в области пищевой химии и нутрициологии свидетельствуют о возможности повышения биодоступности цинка путем его хелатирования с органическими кислотами, в частности с цитратами. Этот под-

ход позволяет не только улучшить абсорбцию микроэлемента в организме, но и обеспечить его сохранность в процессе технологической обработки сырья [2–4].

Не менее важную роль в профилактике микронутриентной недостаточности играет витамин А, дефицит которого также широко распространен среди населения. Синергическое взаимодействие цинка и витамина А в организме человека обуславливает целесообразность их совместного введения в состав функциональных пищевых продуктов. Бета-каротин, содержащийся в растительном сырье, в частности в моркови, является провитамином А и обладает значительной устойчивостью к технологическим воздействиям, что делает его перспективным обогащающим компонентом мясных продуктов [5, 6].

Таким образом, разработка рецептуры и технологии производства вареных колбасных изделий, обогащенных биодоступным цинком и витамином А, представляет собой актуальную научно-практическую задачу, решение которой будет способствовать профилактике микронутриентной недостаточности и улучшению здоровья населения.

Цель исследования – разработка рецептуры и технологии производства функциональных вареных колбасных изделий с повышенной эссенциальной обеспеченностью биодоступным цинком и витамином А, направленных на профилактику микронутриентной недостаточности, рациональное использование сырьевых ресурсов и обеспечение рыночной конкурентоспособности продукта.

Задачи: разработать рецептуру вареной колбасы с использованием пророщенных семян чечевицы, обогащенных цитратом цинка, и моркови, богатой бета-каротином; оптимизировать технологический процесс производства с учетом сохранения биодоступности микронутриентов и улучшения органолептических характеристик; провести сравнительный анализ физико-химических и органолептических показателей экспериментального и контрольного образцов; оценить биологическую ценность и функциональность разработанного продукта; экономическую эффективность и рыночную конкурентоспособность продукта.

Объекты и методы. Объектом исследования является экспериментальный образец

«Колбаса вареная “Фелино премиум”», контрольный образец – вареная колбаса, выработанная по рецептуре колбасы вареной подмосковной высшего сорта (ТУ 10.02.01.09).

Изготовление опытных образцов колбасных изделий проводилось в соответствии с традиционной технологией производства вареных колбас с учетом модификаций, связанных с введением функциональных компонентов. Контрольный образец производился по стандартной рецептуре без добавления обогащающих компонентов.

Органолептическая оценка готовых изделий проводилась в соответствии с ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки». Оценивались внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция и сочность продукта.

Определение выхода, анализ пищевой и энергетической ценности, анализ эссенциальной обеспеченности – расчетным методом.

Физико-химические показатели определялись по следующим методикам:

- массовая доля влаги – по ГОСТ 7836-85;
- массовая доля хлористого натрия – по ГОСТ 9957-2015;
- массовая концентрация цинка в чечевице – по ГОСТ 33824-2016.

Биологическая ценность продукта оценивалась расчетным методом на основе аминокислотного состава белкового компонента, функциональность продукта – исходя из содержания в нем эссенциальных нутриентов и их доли от суточной потребности при употреблении 100 г продукта.

Блок-схема исследований представлена на рисунке 1.

В работе использовалось сырье животного и растительного происхождения, соответствующее требованиям нормативно-технической документации. Основу мясной композиции составляли: мясо кур (не менее 85 кг на 100 кг несоленого сырья), говядина и свинина высшего сорта. Куриное мясо отличается высокой усвояемостью и оптимальным аминокислотным профилем, говядина – содержанием коллагена, эластина и микроэлементов (цинк, железо), свинина – витаминами группы В и функциональными липидами, регулирующими уровень холестерина [7].

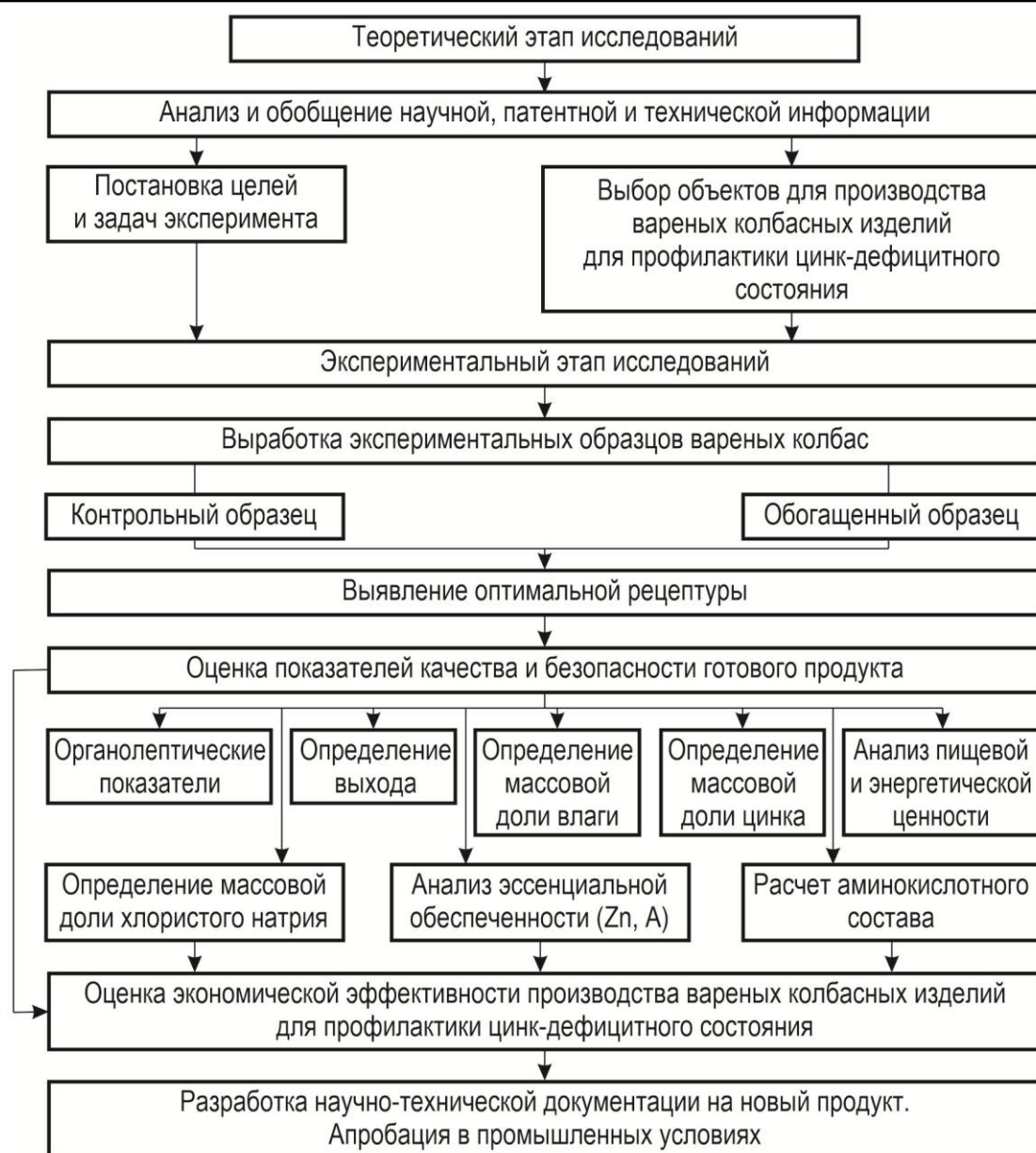


Рис. 1. Блок-схема исследований
Block diagram of the research

Дополнительными компонентами рецептуры являлись:

- яичный меланж (ГОСТ 30363-2013), предотвращающий расслоение фарша при термообработке;
- сывороточный белок в гидратированной форме, заменяющий сухое молоко для снижения жирности на 10–12 % и повышения доли легкоусвояемого белка;
- пророщенные семена чечевицы, обработанные цитратом цинка;
- морковь, богатая бета-каротином (провитамином А);
- цитрат натрия, аскорбат натрия, нитритная соль и специи.

Процесс проращивания семян чечевицы осуществлялся в лабораторных условиях при температуре 20–22 °С в течение 48 ч с использованием раствора цитрата цинка с концентрацией 0,1 %. Проращивание в растворе цитрата позволяет связать ионы цинка с фитатами и белками семян, превращая его в биодоступную форму [8]. Нейтрализация фитатов повышает усвояемость цинка на 20–25% по сравнению с традиционными аналогами. После проращивания семена подвергались сушке при температуре 60 °С до остаточной влажности 14 %. Полученный продукт измельчался до размера частиц 1–2 мм.

Морковь предварительно бланшировалась в водной среде при температуре 85 °С в течение 5 мин для инактивации окислительных ферментов и повышения устойчивости каротиноидов, после чего измельчалась до размера частиц 2–3 мм. Морковь была выбрана как источник бета-каротина, обеспечивающего синергию с цинком: витамин А усиливает абсорбцию цинка в кишечнике, а цинк участвует в метаболизме ретинола, формируя взаимоусиливающий эффект.

Результаты исследования и их обсуждение. Разработка рецептуры функционального вареного колбасного изделия осуществлялась с учетом требований к сбалансированности нутриентного состава, органолептическим характеристикам, технологическим свойствам и экономической эффективности. Состав мясной композиции и дополнительных ингредиентов определялся на основе анализа их функционально-технологических свойств и содержания биологически активных компонентов [9].

Важной особенностью разработанной рецептуры является введение чечевицы, которая дополняет мясной белок (курица, говядина, свинина) растительным протеином, создавая сбалансированный аминокислотный профиль. Семена чечевицы, обогащенные цитратом цинка, служат основным источником биодоступного цинка, критически важного для иммунитета, синтеза ферментов и антиоксидантной защиты [10].

Замена традиционно используемого сухого молока на сывороточный белок в гидратированной форме обусловлена его лучшими функционально-технологическими свойствами, в частности более высокой водосвязывающей спо-

собностью, что позволяет улучшить консистенцию продукта и снизить его жирность на 10–12 % [9]. Кроме того, сывороточный белок характеризуется более высоким содержанием незаменимых аминокислот, особенно лейцина, изолейцина и валина, что повышает биологическую ценность белкового компонента колбасы.

Особое значение имеет синергическое взаимодействие цинка и витамина А в организме человека. Комбинация цинка и витамина А поддерживает иммунную функцию, регенерацию тканей и здоровье кожи, снижая риски иммунодефицитных состояний. Цинк участвует в синтезе ретинол-связывающего белка, необходимого для транспорта витамина А, а витамин А, в свою очередь, способствует абсорбции цинка в кишечнике. Таким образом, совместное введение этих микронутриентов в состав колбасного изделия усиливает их профилактический эффект в отношении развития дефицитных состояний [8].

Важным аспектом разработки рецептуры является выбор фосфатозаменителей. Замена фосфатов цитратом натрия сохраняет pH 6–7, предотвращая потерю нутриентов при термообработке. Традиционные фосфаты, широко используемые в мясной промышленности для повышения влагоудерживающей способности фарша, вызывают резкое повышение pH до 8–9, что приводит к избыточному уплотнению структуры продукта и снижению биодоступности минеральных веществ.

Анализ физико-химических показателей экспериментального и контрольного образцов представлен в таблице 1.

Таблица 1

**Физико-химические показатели контрольного и экспериментального образцов
вареных колбасных изделий**
Physico-chemical parameters of control and experimental samples of cooked sausage products

Показатель	Контрольный образец	Экспериментальный образец
Массовая доля жира, %, не более	21,70	25,0
Массовая доля белка, %, не менее	14,22	15,0
Массовая доля углеводов, %, не более	1,41	2,1
Массовая доля поваренной соли, %, не более	1,516	2,4
Массовая доля нитрита натрия, %, не более	0,005	0,005
Массовая доля цинка, мг%	1,1–1,3	1,1–1,3
Остаточная активность кислой фосфатазы, %, не более	0,006	0,006
Температура охлажденных батонов, °С, не более	4	4
Температура хранения, °С, не более	6	6
Продолжительность хранения, сут, не более	5	5

На основании данных, представленных в таблице 1, проведен сравнительный анализ физико-химических показателей контрольного и экспериментального образцов вареных колбасных изделий.

В экспериментальном образце массовая доля жира составляет 25,0 %, что на 3,3 % выше, чем в контрольном образце (21,7 %). Это указывает на увеличение энергетической ценности экспериментального продукта, что обусловлено изменением рецептурной композиции, а именно использованием мясного сырья с более высокой жирностью.

Экспериментальный образец характеризуется более высоким содержанием белка (15,0 %) по сравнению с контрольным (14,22 %). Данный показатель свидетельствует о потенциальном повышении биологической ценности и пищевой полноценности экспериментального образца.

Содержание углеводов в экспериментальном образце также выше за счет введения растительных компонентов.

Такие показатели экспериментального образца, как массовая доля поваренной соли, массовая доля нитрита натрия, массовая доля цинка и остаточная активность кислой фосфатазы, находятся в пределах допустимых значений согласно нормативным документам, регламентирующим данные показатели.

Особое внимание в процессе разработки уделялось технологическим аспектам производства функционального колбасного изделия. Технологический процесс включает следующие основные этапы: подготовка мясного сырья, подготовка функциональных ингредиентов, составление фарша, формование батонов, термическая обработка, охлаждение и хранение.

Подготовка мясного сырья осуществляется в соответствии с традиционной технологией производства вареных колбас и включает разделку, обвалку, жиловку и измельчение мясного сырья. Особенностью разработанной технологии является двухступенчатое измельчение мяса: крупное измельчение на волчке с диаметром отверстий решетки 6–8 мм и тонкое измельчение на куттере до размера частиц 2–3 мм. Это обеспечивает формирование оптимальной структуры фарша и равномерное распределение функциональных ингредиентов.

Подготовка функциональных ингредиентов включает проращивание семян чечевицы в растворе цитрата цинка, их сушку и измельчение, а

также бланширование и измельчение моркови. Важным аспектом является выбор оптимальных режимов проращивания и сушки, обеспечивающих максимальное накопление биологически активных веществ и минимизацию микробиологических рисков.

Составление фарша производится на куттере в следующей последовательности: измельченное мясное сырье, гидратированный сывороточный белок, яичный меланж, соль, нитрит натрия, цитрат натрия, аскорбат натрия, измельченные семена чечевицы, измельченная морковь, специи. Такой порядок введения ингредиентов обеспечивает формирование стабильной эмульсии и равномерное распределение функциональных компонентов. Куттерование осуществляется до температуры фарша 12–14 °С, что предотвращает денатурацию белков и сохраняет их функционально-технологические свойства.

Формование батонов производится в полиамидные оболочки диаметром 65 мм с использованием вакуумного шприца, что обеспечивает плотную набивку и предотвращает образование пустот. Термическая обработка включает осадку, обжарку, варку и охлаждение. Особенностью разработанной технологии является снижение температуры обжарки до 75–80 °С и увеличение продолжительности варки при температуре 75 °С, что обеспечивает более полную денатурацию белков, минимизацию потерь массы и сохранность биологически активных веществ.

С целью выявления эффективности введения в фаршевую систему функциональных ингредиентов был проведен расчет содержания эссенциальных веществ. Данные расчета представлены в таблице 2.

Таким образом, исходя из полученных данных в таблице 2, введение обогащенной чечевицы в количестве 8 г на 100 г несоленого сырья и моркови в количестве 5 г на 100 г несоленого сырья позволяет восполнить суточную потребность человека в витамине А на 7,2 %, а цинка на 15,1 %.

В таблице 3 приведены количественные значения содержания незаменимых аминокислот в двух образцах вареных колбас: «Колбаса вареная подмосковная высшего сорта (ТУ 10.02.01.09)» и «Фелино премиум». Анализ проведен по основным незаменимым аминокислотам: валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин.

Таблица 2

Расчет содержания эссенциальных веществ
Calculation of essential substances

Сырье	Витамин А		Zn	
	В 100 г сырья, мкг	В расчете на 100 г готового продукта, мкг	В 100 г сырья, мг	В расчете на 100 г готового продукта, мг
Мясо кур	16,0	3,04	1,5	0,3
Говядина жилованная категории супер	2,0	0,4	5,1	1,02
Свинина жилованная полужирная	0	0	1,9	0,9
Меланж яичный	160,0	4,4	1,3	0,04
Сывороточный белок	0	0	0	0
Семена чечевицы	2,5	0,2	3,44	0,3
Морковь свежая	835,0	41,8	0,2	0,01
Нитритно – посолочная смесь 0,6 %	0	0	0	0
Пищевая соль	0	0	0	0
Сахар-песок	0	0	0	0
Перец черный молотый	27,0	0,03	1,2	0,001
Льдо-водяная смесь	0	0	0	0
Вода питьевая	0	0	0	0
Цитрат цинка	0	0	25	1,2
Перец душистый молотый	27,0 мкг	0,5	1,0 мг	0,001
Орех мускатный	40,0 мкг	0,02	2,3 мг	0,001
Итого	—	50,39	—	3,77
% от суточной нормы	7,2		15,1	

Таблица 3

Расчетные показатели незаменимых аминокислот в исследуемых образцах, мг/100 г
Estimated indices of essential amino acids in the tested samples, mg/100 g

Незаменимая аминокислота	Колбаса вареная подмосковная высшего сорта (ТУ 10.02.01.09)	Фелино премиум
Валин	949,868	1044,208
Изолейцин	882,952	953,567
Лейцин	1625,172	1684,467
Лизин	1719,348	1820,818
Метионин	516,2	520,26
Треонин	873,588	928,438
Триптофан	189,832	232,077
Фенилаланин	788,348	869,188
Итого	7545,308	8053,023

По всем исследуемым незаменимым аминокислотам образец «Фелино премиум» демонстрирует более высокое содержание по сравнению с «Колбасой вареной подмосковной высшего сорта».

Наибольший прирост наблюдается по содержанию триптофана (разница составляет 42,245), что может свидетельствовать о более высокой биологической ценности белкового компонента в образце «Фелино премиум».

Суммарное содержание незаменимых аминокислот в образце «Фелино премиум» превышает аналогичный показатель у «Колбасы вареной подмосковной высшего сорта» на 507,715 единиц, что составляет 6,73 %.

Таким образом, проведенный сравнительный анализ аминокислотного состава указывает на то, что образец «Фелино премиум» характеризуется более высоким содержанием всех исследуемых незаменимых аминокислот, это сви-

детельствует о его большей биологической ценности по сравнению с «Колбасой вареной подмосковной высшего сорта». Данные результаты могут быть использованы при формировании рекомендаций по рациональному питанию и

разработке новых рецептур мясных продуктов с повышенной пищевой ценностью.

Результаты органолептической оценки контрольного и экспериментального образцов представлены в виде профилограммы (рис. 2).

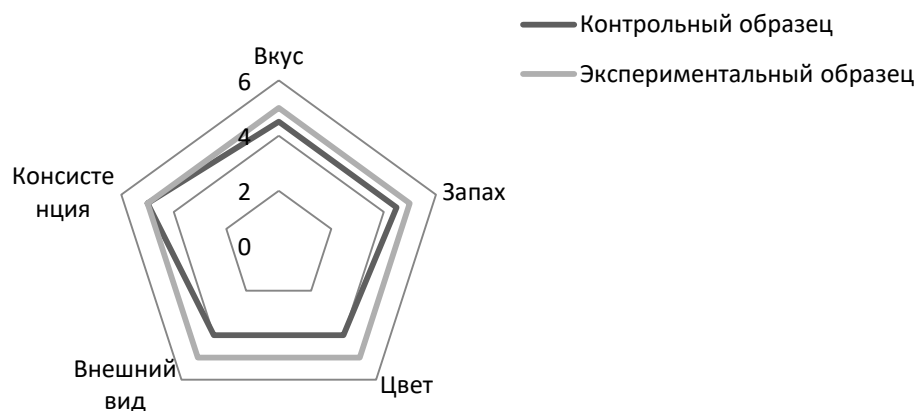


Рис. 2. Органолептические показатели контрольного и экспериментального образцов вареных колбасных изделий

Organoleptic parameters of control and experimental samples of cooked sausage products

Сравнительный анализ органолептических показателей, представленных на рисунке 2, демонстрирует, что экспериментальный образец вареной колбасы «Фелино премиум» превосходит контрольный образец «Колбаса вареная подмосковная высшего сорта» по большинству оцениваемых параметров, получив итоговую оценку 25 баллов против 22 баллов у контрольного образца. Экспериментальный образец отличается более привлекательным внешним видом, насыщенным розовым цветом, более нежной консистенцией и повышенной сочностью, что обусловлено введением в рецептуру функциональных ингредиентов и использованием цитрата натрия вместо фосфатов.

По показателям запаха и вкуса контрольный образец уступает экспериментальному, что связано с наличием выраженного вкуса растительных компонентов, обусловленного введением семян чечевицы, а также использованием оптимально подобранных специй и ароматизаторов.

В целом органолептическая оценка подтверждает высокое качество разработанного продукта и его соответствие потребительским предпочтениям. Общая оценка экспериментального образца превышает оценку контрольного образца, что свидетельствует о положительном влиянии функциональных ингредиентов на органолептические характеристики продукта.

Экономический анализ показал, что введение в рецептуру функциональных ингредиентов приводит к незначительному увеличению себестоимости продукта (на 5–7 %), которое компенсируется повышением выхода (на 7 %) и добавленной стоимостью за счет функциональных свойств. Таким образом, разработанный продукт является экономически эффективным и может быть конкурентоспособным на рынке функциональных пищевых продуктов.

Технология сочетает доступность сырья (80 % мясных компонентов) с инновационным обогащением, обеспечивая рыночную конкурентоспособность и соответствие стратегиям улучшения качества питания. Внедрение продукта решает задачу эссенциальной обеспеченности массово потребляемых продуктов через научно обоснованную модификацию рецептуры.

Проведенные исследования позволили разработать рецептуру и технологию производства функционального вареного колбасного изделия, обогащенного биодоступным цинком и витамином А, характеризующегося высокими органолептическими показателями, сбалансированным нутриентным составом и профилактическим эффектом в отношении микронутриентной недостаточности. Продукт соответствует требованиям нормативно-технической документации, экономически эффективен и может быть рекомендован для массового производства.

Заключение. В результате проведенного исследования разработана рецептура и технология производства функционального вареного колбасного изделия с повышенной эссенциальной обеспеченностью биодоступным цинком и витамином А – колбаса вареная «Фелино премиум». Основными функциональными ингредиентами продукта являются пророщенные семена чечевицы, обогащенные цитратом цинка, и морковь, богатая бета-каротином.

Теоретически обоснован выбор функциональных ингредиентов, определены оптимальные дозировки их введения в рецептуру: 8 г обогащенной чечевицы и 5 г моркови на 100 г несоленого сырья. Экспериментально подтверждено, что такие дозировки обеспечивают поступление в организм человека при употреблении 100 г продукта 15,1 % от рекомендуемой суточной нормы потребления цинка и 7,2 % от рекомендуемой суточной нормы потребления витамина А, что позволяет отнести разработанный продукт к категории функциональных пищевых продуктов.

Проведена оптимизация технологического процесса производства, включающая двухступенчатое измельчение мясного сырья, проращивание семян чечевицы в растворе цитрата цинка, бланширование моркови, использование цитрата натрия вместо фосфатов, снижение температуры обжарки и увеличение продолжи-

тельности варки. Такие технологические решения обеспечивают высокое качество продукта, минимизацию потерь массы и сохранность биологически активных веществ.

Сравнительный анализ физико-химических показателей контрольного и экспериментального образцов свидетельствует о более высоком содержании белка и жира в разработанном продукте, что свидетельствует об увеличении биологической ценности. Также установлено, что содержание цинка и бета-каротина возросло благодаря введению функциональных ингредиентов, содержащих биодоступные и легкоусваиваемые формы этих веществ. Органолептическая оценка подтверждает высокое качество разработанного продукта и его соответствие потребительским предпочтениям.

Таким образом, по результатам эксперимента, в ходе которого произведена оптимизация рецептуры, была доказана эффективность в решении проблемы эссенциальной обеспеченности продукта. Внедрение функционального колбасного изделия вносит вклад в профилактику дефицита эссенциальных нутриентов через массово потребляемый продукт, отвечая современным требованиям к функциональному питанию и соответствуя стратегическим целям государственной политики в области здорового питания населения.

Список источников

1. Николаев Д.В., Божкова С.Е., Андрющенко Д.С., и др. Эффективность использования технологии вареных колбасных изделий с томатными компонентами // Аграрный научный журнал. 2021. № 3. С. 58–61.
2. Божкова С.Е., Синельник А.М., Пилипенко Д.Н., и др. Разработка рецептуры и технологии вареного мясного рулета с растительными ингредиентами // Аграрно-пищевые инновации. 2020. № 1 (9). С. 56–65.
3. Всемирная организация здравоохранения. Питание: дефицит цинка. Доступно по: URL: <https://who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. Ссылка активна на 06.05.2025.
4. Виттих Б.Н., Соловьев А.А. Роль цинка в питании человека и способы повышения его биодоступности // Пищевая промышленность. 2020. № 6. С. 38–42.
5. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. Доступно по: URL: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/72101406>. Ссылка активна на 06.05.2025.
6. Кузнецова Т.А., Соловьева Е.И. Технологические аспекты использования обогащенных растительных компонентов в мясных продуктах // Мясная индустрия. 2021. № 4. С. 24–29.
7. Устинова А.В., Солдатова Н.Е., Колбасные изделия для профилактики железодефицитных состояний у детей и взрослых // Молодой ученый. 2014. № 13. С. 76–80.
8. Обоснование и разработка технологии обогащенных и функциональных мясных продуктов с использованием объектов морского происхождения и биологически активных добавок. В сб.: Международная научно-практическая конференция «Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности». Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. С. 34–42.

9. Лисицын А.Б., Синякова Л.А. Функциональные мясные продукты: технологии и рецептуры. М.: ДеЛи плюс, 2012. 320 с.
10. Барабанов А.А., Кузнецов В.А. Биодоступность микроэлементов в пищевых продуктах. // Вопросы питания. 2018. Т. 87, № 4. С. 55–62.

References

1. Nikolaev DV, Bozhkova SE, Andryushchenko DS, et al. Effektivnost' ispol'zovaniya tekhnologii varenyh kolbasnyh izdelii s tomatnymi komponentami. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*. 2021;(3):58-61. (In Russ.).
2. Bozhkova SE, Sinel'nik AM, Pilipenko DN, et al. Razrabotka receptury i tekhnologii varyonogo myasnogo ruleta s rastitel'nymi ingredientami. *Agrarno-pischevye innovacii*. 2020;1(9):56-65. (In Russ.).
3. World Health Organization. Nutrition: Zinc deficiency. Available at: <https://who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>. Accessed: 06.05.2025.
4. Vittih BN, Solov'ev AA. Rol' cinka v pitanii cheloveka i sposoby povysheniya ego biodostupnosti. *Pischevaya promyshlennost'*. 2020;(6):38-42. (In Russ.).
5. Strategiya povysheniya kachestva pischevoi produkcii v Rossiiskoi Federacii do 2030 g. Available at: <https://garant.ru/products/ipo/prime/doc/72101406>. Accessed: 06.05.2025. (In Russ.).
6. Kuznetsova TA, Solov'eva EI. Tehnologicheskie aspekty ispol'zovaniya obogaschennyh rastitel'nyh komponentov v myasnyh produktah. *Myasnaya industriya*. 2021;(4):24-29. (In Russ.).
7. Ustinova AV, Soldatova NE. Kolbasnye izdeliya dlya profilaktiki zhelezodefitsitnyh sostoyanii u detei i vzroslyh. *Molodoi uchenyi*. 2014;(13):76-80. (In Russ.).
8. Obosnovanie i razrabotka tekhnologii obogaschennyh i funktsional'nyh myasnyh produktov s ispol'zovaniem ob'ektov morskogo proishozhdeniya i biologicheski aktivnyh dobavok. In: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Ispol'zovanie sovremennyh tekhnologii v sel'skom hozyaistve i pischevoi promyshlennosti"*. Vladivostok: Dal'rybvuz; 2021. P. 34-42. (In Russ.).
9. Lisitsyn AB, Sinyakova LA. *Funktsional'nye myasnye produkty: tekhnologii i receptury*. Moscow: DeLi plus; 2012. (In Russ.).
10. Barabanov AA, Kuznetsov VA. Biodostupnost' mikroelementov v pischevyh produktah. *Voprosy pitaniya*. 2018;87(4):55-62. (In Russ.).

Статья принята к публикации 29.09.2025 / The article accepted for publication 29.09.2025.

Информация об авторах:

Светлана Евгеньевна Божкова, доцент кафедры технологии пищевых производств, кандидат биологических наук, доцент

Валентина Николаевна Храмова, декан факультета технологии пищевых производств, доктор биологических наук, профессор

Дмитрий Александрович Скачков, доцент кафедры технологии пищевых производств, кандидат биологических наук, доцент

Ольга Петровна Серова, доцент кафедры технологии пищевых производств, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:

Svetlana Evgenievna Bozhkova, Associate Professor of the Department of Technology of Food Production, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Valentina Nikolaevna Khramova, Dean of the Department of Technology of Food Production, Doctor of Biological Sciences, Professor

Dmitriy Alexandrovich Skachkov, Associate Professor of the Department of Technology of Food Production, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Olga Petrovna Serova, Associate Professor of the Department of Technology of Food Production, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor