

Формирование функционально-технологических свойств мясных фаршей с использованием белково-углеводных композитов

Анна А. Дерканосова ¹	aa-derk@ya.ru	 0000-0002-9726-9262
Елена Е. Курчаева ²	alena.kurchaeva@ya.ru	 0000-0001-5958-0909
Евгения В. Панина ²	panina-genia@mail.ru	 0000-0001-6159-842X

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия

Аннотация. В связи с проблемами питания у трети населения планеты, именно по сбалансированности основных пищевых элементов, актуальным является разработка пищевых систем удовлетворяющим не только по пищевой ценности конечного продукта, но и по повышенному химико-биологическому составу. Разработка таких систем направлена на использование в производстве различных растительных и животных композитов. Такие композиты позволяют обогатить продукт пищевыми волокнами и необходимыми нутриентами, которые благотворно влияют на пищеварительную систему. Низкая стоимость таких композитов позволит снизить затраты на производство. Предложенная система предполагает использование модельного фарша на основе мяса птицы и говядины 2 сорта с белково-углеводным комплексом (БУК) с включением биомодифицированного сердца говяжьего, субпродуктовой пасты из биомодифицированных вымени и легкого крупного рогатого скота. В состав БУК включали коммерческий порошкообразный препарат яблочной клетчатки и порошкообразный полуфабрикат из биоферментированных семян маша. Обоснован выбор данных добавок в связи с их химическим составом, что позволит сделать конечный продукт функциональной направленности. Выбор субпродуктов крупного рогатого скота также обоснован химическим составом, так как данный ресурс сможет сбалансировать состав пищевой системы по содержанию белков, минеральных веществ и витаминов. В работе опытным путем выявили оптимальное соотношение модельных фаршей мяса птицы (грудная часть) и говядины, которое составило в процентном соотношении основного мясного сырья, которое составило 60:40. Для определения оптимальных соотношений добавляемых ингредиентов в составе БУК использовали вертикально-интегрированный подход, основываясь на оценке влагосвязывающей (ВСС, %) и влагоудерживающей способности (ВУС, %) мясной системы. По результатам проведенного опыта по оптимизации компонентного состава БУК для внесения в модельный фарш были получены зависимости, описывающие функционально – технологические свойства систем. Проведенные исследования по оценке эффективности использования в составе мясных систем белково-углеводных композиций свидетельствует о перспективах их внедрения в производственный цикл выработки мясных рубленых полуфабрикатов обогащенного состава. Доказано, что применение в составе фаршевой системы белково – углеводной композиции на основе ингредиентов растительного и животного происхождения оказывает положительное влияние на структуру и пищевую ценность рубленых полуфабрикатов.

Ключевые слова: мясные системы, функционально-технологические свойства, белково-углеводный композит, яблочная клетчатка, биоферментированные семена маша, ферментированные субпродукты крупного рогатого скота.

Formation of functional and technological properties of minced meat using protein-carbon composites

Anna A. Derkanosova ¹	aa-derk@ya.ru	 0000-0002-9726-9262
Elena E. Kurchaeva ²	alena.kurchaeva@ya.ru	 0000-0001-5958-0909
Evgenia V. Panina ²	panina-genia@mail.ru	 0000-0001-6159-842X

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

² Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina str., 1, Voronezh, 394087, Russia

Abstract. Due to the nutritional problems of a third of the world's population, it is in terms of the balance of the main food elements that it is relevant to develop food systems that satisfy not only the nutritional value of the final product, but also the increased chemical and biological composition. The development of such systems is aimed at using various plant and animal composites in the production. Such composites make it possible to enrich the product with dietary fibers and essential nutrients that have a beneficial effect on the digestive system. The low cost of such composites will reduce production costs. The proposed system involves the use of model minced meat based on poultry meat and beef of the 2nd grade with a protein-carbohydrate complex (PCC) with the inclusion of a biomodified beef heart, a by-product paste from biomodified udders and light cattle. The composition of the PCC included a commercial powdered preparation of apple fiber and a powdered semi-finished product from biofermented masha seeds. The choice of these additives is justified in connection with their chemical composition, which will make the final product functional. The choice of by-products of cattle is also justified by the chemical composition, since this resource will be able to balance the composition of the food system in terms of protein, minerals and vitamins. In the work, the most optimal ratio of model minced poultry meat (breast) and beef was experimentally identified, which was 60:40 as a percentage of the main meat raw materials. To determine the optimal ratios of added ingredients in the composition of PCC, a vertically integrated approach was used, based on an assessment of the moisture binding (MBC, %) and moisture-retaining capacity (MRC, %) of the meat system. Based on the results of the conducted experience in optimizing the component composition of beef for introduction into the model stuffing, dependencies describing the functional and technological properties of the systems were obtained. The conducted research on the evaluation of the effectiveness of the use of protein-carbohydrate compositions in meat systems indicates the prospects for their introduction into the production cycle of minced meat semi-finished products of enriched composition. It is proved that the use of a protein-carbohydrate composition based on ingredients of vegetable and animal origin in the stuffing system has a positive effect on the structure and nutritional value of chopped semi-finished products.

Keywords: meat systems, functional and technological properties, protein – carbohydrate composite, apple fiber, biofermented masha seeds, fermented by-products of cattle.

Для цитирования

Дерканосова А.А., Курчаева Е.Е., Панина Е.В. Формирование функционально-технологических свойств мясных фаршей с использованием белково-углеводных композитов // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 3. С. 201–208. doi:10.20914/2310-1202-2024-3-201-208

For citation

Derkanosova A.A., Kurchaeva E.E., Panina E.V. Formation of functional and technological properties of minced meat using protein-carbon composites. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 3. pp. 201–208. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-3-201-208

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Дефицит питания является значимой проблематикой для глобального сообщества. Примерно 33% населения планеты сталкиваются с одной из форм недостаточности питательных веществ, к которым относятся голод, энергетическое истощение, дефицит критически важных микронутриентов или избыточный вес, приводящий к разнообразным патологиям, нарушениям в развитии и функциональности организма. Это, в свою очередь, сокращает продолжительность жизни и уменьшает количество лет, проведенных в состоянии здоровья. В ответ на эту проблему были предприняты шаги по перестроению продовольственных систем в различных странах. Основные задачи, поставленные в рамках этих усилий, включают в себя обеспечение доступности продовольствия, сокращение потерь и отходов пищевых продуктов, а также улучшение их питательной ценности. Эти меры находят поддержку в законодательных актах и решениях, принятых на уровне государства, в том числе и в Российской Федерации, что подтверждается соответствующими документами [1].

Наиболее востребованными продуктами питания являются полуфабрикаты и на сегодняшний день полуфабрикаты из мясного сырья занимают особое место на рынке. Однако стоит отметить, что состав таких продуктов не всегда сбалансирован по пищевым и биологическим характеристикам. В связи с государственной политикой, нацеленной на здоровый образ жизни и правильное питание, все больше потребителей обращают внимание на состав пищевых продуктов. Решением проблемы обогащения полуфабрикатов занимаются на протяжении последнего десятилетия очень активно. Так в технологии производства мясных рубленых полуфабрикатов предлагают использовать растительное сырье, которое сможет обогатить мясную основу не только белковой составляющей, но и пищевыми волокнами. В качестве обогатителей в этом случае выступают растительные композиты, в том числе овощные культуры, растительная клетчатка, а также продукты переработки бобовых культур. Использование растительных добавок может значительно обогатить продукт волокнами, которые положительно влияют на пищеварительную систему. Кроме того, такая технология позволит значительно снизить затраты на производство и как следствие конечную цену продукта для потребителя, делая мясные полуфабрикаты доступными для больших групп населения.

Данная ситуация подчеркивает необходимость увеличения ассортимента специализированных и функциональных продовольственных

товаров, а также товаров повседневного потребления с добавленными питательными веществами. Также важно заниматься разработкой новых видов продовольственных изделий, обладающих определенными характеристиками, будь то полуфабрикаты или продукция, готовая к немедленному употреблению.

Однако для применения растительных добавок имеются и ограничения. При их добавлении могут значительно меняться органолептические показатели готового продукта, что отрицательно повлияет на спрос. Производство функциональных мясных рубленых полуфабрикатов обогащенного состава предполагает использование не только растительных компонентов, но и биомодифицированного вторичного мясного сырья, в частности субпродуктов крупного рогатого скота. Использование белково-углеводных обогатителей будет способствовать обогащению мясных полуфабрикатов пищевыми волокнами, а также оказывать влияние на повышении его реологических и органолептических характеристик и снижение стоимости конечного продукта.

Цель работы – исследование функционально-технологических свойств модельных фаршевых систем, содержащих белково-углеводную композицию на основе композитов растительного и животного происхождения.

Материалы и методы

Для получения модельной фаршевой основы использовали мясную систему на основе грудной части цыплят-бройлеров и говядины 2 сорта в оптимально подобранном соотношении 60:40 на основе изучения функционально – технологических свойств мясной системы, в частности влагосвязывающей, влаго- и жиротрдерживающей способности. Подобранное соотношение компонентов мясной системы позволило достигнуть их максимальных значений до уровня 65,5–68,2%. При разработке белково-углеводной композиции (БУК) на основе растительного и животного сырья важна степень сочетаемости вводимых для обогащения компонентов с мясной матрицей. Входящие, в состав БУК составляющие – биомодифицированные проращиванием семена маша и субпродукты крупного рогатого скота характеризуются высоким содержанием белка (таблица 1 и 2), что открывает перспективы для их комплексного использования в технологии мясных продуктов.

Использование в составе БУК коммерческого препарата яблочной клетчатки обосновано тем, что происходит повышение сочности продукта, уменьшаются потери при жарке, а также происходит более полное связывание влаги и жира в мясной системе [2].

Таблица 1.

Химический состав коммерческого препарата яблочной клетчатки и порошкообразного полуфабриката из биомодифицированных проращиванием семян маша, г на 100 г. продукта

Table 1.

The chemical composition of the commercial preparation of apple fiber and powdered semi-finished product from biomodified germination of masha seeds, g per 100 g of the product

Массовая доля, % Mass fraction, %	Содержание Content	
	Коммерческий препарат яблочной клетчатки Commercial preparation of apple fiber	Порошкообразный полуфабрикат из биомодифицированных семян маша Powdered semi-finished product from modified masha seeds
Влага Moisture	10,80	9,10
Жир Fat	0,52	2,10
Белок Protein	1,28	24,10
Углеводы Carbohydrates	84,79	61,35
нерастворимых пищевых волокон, % insoluble dietary fiber, %	43,10	16,50
Зола Ash	2,61	3,35

Таблица 2.

Химический состав субпродуктов КРС

Table 2.

Chemical composition of cattle by-products

Субпродукт By-product	Содержание, % Content, %			Белки, в том числе % Proteins, including %			
	Липиды Lipids	Зола Ash	Вода Water	Полноценные Full-fledged	Коллаген Collagen	Эластин Elastin	Всего Total
Вымя Udder	13,7	0,80	72,60	3,20	7,56	1,54	12,30
Легкое Lungs	4,70	1,00	77,50	9,47	4,64	1,04	15,20
Сердце Heart	3,28	1,25	78,5	9,81	1,19	3,8	14,8

В ходе наших предыдущих экспериментов было осуществлено тестирование мясных систем, в которые вводилась гидратированная яблочная клетчатка в количестве от 0% до 10%. На основании полученных данных, оптимальной оказалась концентрация яблочной клетчатки в размере 3%. Выбранная дозировка значительно улучшила функциональные и технологические характеристики мясного фарша. В частности, было выявлено, что введение данной добавки в количестве 3% в предварительно гидратированном виде является наиболее эффективным, поскольку обеспечивает водоудерживающую способность (ВУС) модельного фарша на уровне 77%, в то время как для контрольного образца (без ввода яблочной клетчатки) данный показатель составлял 61%. Наблюдалось, что с ростом процентного содержания яблочной клетчатки в общем объеме фарша его влагоудерживающая способность увеличивалась, достигая значения в диапазоне 72–78%.

Результаты

При разработке новой рецептуры обогащенного мясного продукта предлагается вертикально-интегрированный подход, который

поможет выявить наилучшее соотношение белково-углеводных композитов с целью придания конечной системе заданных свойств.

Для обработки полученных экспериментальных данных использовали статистический метод на основе ротатабельном униформпланировании. Такой подход позволил в результате 32 экспериментов в трехкратном повторении получить уравнение регрессии, которое дают представление о протекающем в системе процессе.

Факторы, которые существенно влияют на разрабатываемую рецептуру, включают следующие значения: x_1 – дозировка биомодифицированного сердца КРС, %, x_2 – дозировка субпродуктовой пасты из биомодифицированного вымени и легкого КРС, %; x_3 – дозировка коммерческого препарата яблочной клетчатки, %; x_4 – дозировка порошкообразного полуфабриката из биомодифицированных семян маша. Для оценки влияния составляющих элементов были использованы следующие определения: y_1 – ВСС, %; y_2 – ВУС, %. Пределы изменения факторов исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Пределы изменения факторов исследования

Table 3.

Limits of change of study factors

Условия планирования Planning conditions	Пределы изменения факторов Limits of change of factors			
	x ₁ , %	x ₂ , %	x ₃ , %	x ₄ , %
Нулевой уровень (0) Level zero (0)	7,5	7,0	3,0	9,0
Верхний уровень (+1) Upper level (+1)	9,5	8,0	4,0	11,0
Нижний уровень (-1) Lower level (-1)	5,5	6,0	2,0	7,0
Верхняя «звездная» точка (+2) Upper "star" point (+2)	11,5	9,0	5,0	13,0
Нижняя «звездная» точка (-2) Lower "star" point (-2)	3,5	5,0	1,0	5,0

Исследуемый процесс может быть представлен в математической модели полинома второй степени:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2 + \sum_{i \leq j}^n b_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

где b_0 – представляет собой свободный член уравнения, который равен средней величине отклика при средних "нулевых" уровнях факторов; x – это масштабированные значения факторов, определяющие функцию отклика и подверженные варьированию; b_{ij} – коэффициенты двухфакторных взаимодействий, отражающие, как изменяется степень влияния одного фактора при изменении величины другого; b_{ii} – коэффициенты квадратичных эффектов, определяющие нелинейность выходного параметра от рассматриваемых факторов; i, j – индексы факторов; n – число факторов в матрице планирования.

Обсуждение

В целях оценки адекватности математической модели был проведен дисперсионный анализ (ANOVA) эксперимента с использованием программы Design Expert (Stat-Ease Inc.).

$$y_1 = 80,50 + 1,85x_1 + 1,07x_2 + 1,09x_3 + 1,92x_4 - 1,42x_1x_2 - 0,92x_1x_3 + 0,83x_2x_3 + 0,29x_2x_4 - 1,45x_1^2 + 0,05x_2^2 - 1,08x_3^2 - 0,79x_4^2 \quad (2)$$

$$y_2 = 78,70 + 0,75x_1 + 0,25x_2 + 0,55x_3 + 0,21x_4 - 0,48x_1x_2 + 0,28x_1x_3 - 0,31x_1x_4 + 0,19x_2x_3 - 0,63x_2x_4 - 1,29x_1^2 - 0,73x_2^2 - 1,02x_3^2 - 0,47x_4^2 \quad (3)$$

Анализируя полученные уравнения регрессии (2 и 3), выделили факторы, которые влияют на исследуемый процесс. В результате делали вывод о том, что для показателя ВСС

наибольшее влияние оказывали дозировки биомодифицированного сердца КРС и порошкообразного полуфабриката семян маша. Для показателя ВУС особое влияние оказывала дозировка биомодифицированного сердца КРС и яблочной клетчатки. Также было обнаружено, что знак «+» перед коэффициентом при линейных членах указывает на то, что с увеличением значения параметра, значение выходного параметра будет уменьшаться со знаком «-» – убывать.

На рисунке 1 представлена оценка влияния входных параметров x_i на выходные параметры y_i .

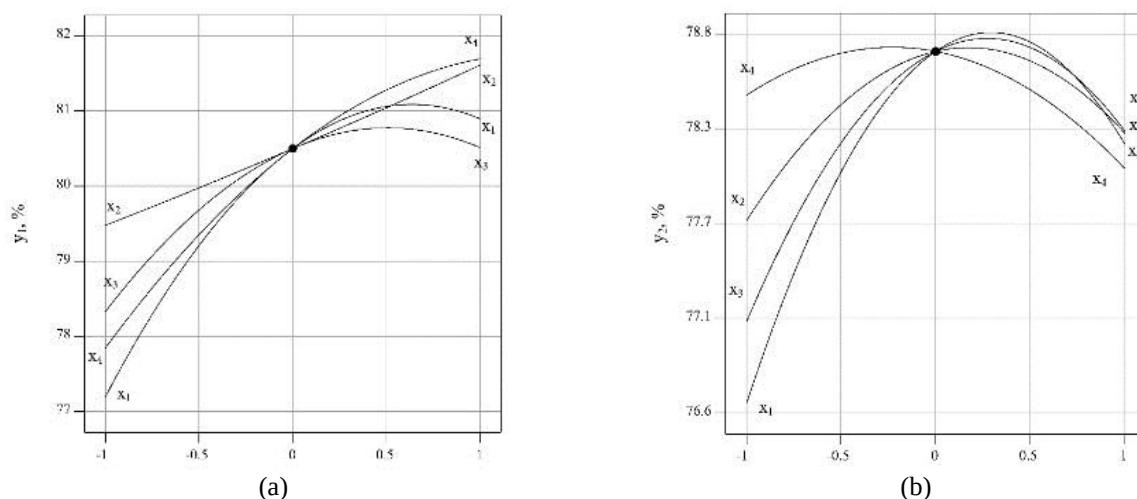
Данная модель позволяет определить оптимальное сочетание входных факторов для получения максимального значения выходных параметров. Оптимизация основывается на анализе больших объемов данных и использовании статистических методов.

Процедура численной оптимизации основывается на методах математического программирования. Благодаря использованию этих методов удалось снизить сложность задачи и получить быстрое и точное решение.

Графическая процедура оптимизации представляет собой интуитивный и наглядный способ визуализации результатов. Она позволяет наглядно представить зависимость выходных параметров от входных факторов и определить оптимальное сочетание этих факторов.

Таким образом, предложенные численная и графическая процедуры оптимизации обладают значительным практическим потенциалом и позволяют прогнозировать оптимальный уровень входных факторов, а также получать средне-высокие значения выходных параметров.

$$y_i(x_1 \dots x_j) \rightarrow \text{ave.max.} \quad (4)$$

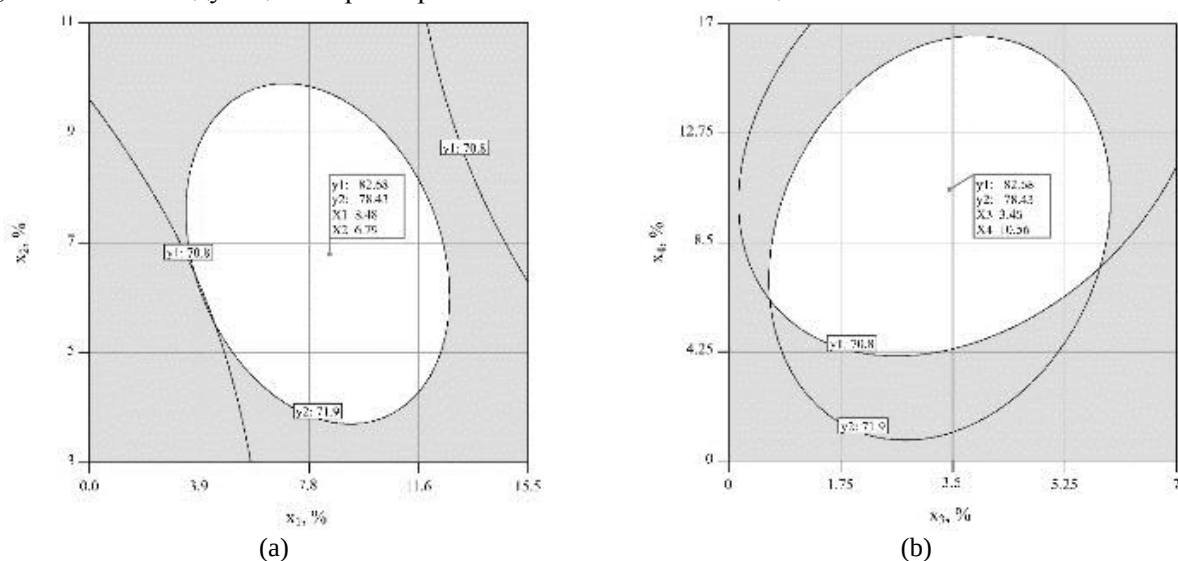
Рисунок 1. Воздействие значений x_i на показатели y_i ; а – для ВСС, %; б – для ВУС, %Figure 1. Impact of x_i values on y_i indicators; a – for VSS, %; b – for VUS, %

В результате решения оптимизационной задачи было выявлено, что для нахождения интервалов оптимальных значений параметров необходимо учесть значение желательности, которое составляет $D \rightarrow 1,0$.

Были определены оптимальные интервалы параметров, которые влияют на решение поставленной задачи оптимизации. Конкретнее, значения следующих параметров лежат

в оптимальных интервалах: x_1 (8,48–9,75, %); x_2 (6,78–8,01, %); x_3 (2,84–3,95, %); x_4 (8,07–10,64, %).

Далее, были наложены полученные интервалы друг на друга, что позволило определить область пересечения оптимального решения. Она выделена на рисунке 2 и представляет собой белую зону. Важно отметить, что данная область соответствует заданным критериям оптимизации.

Рисунок 2. Область решения задачи оптимизации в интервале $[-2 \dots + 2]$ Figure 2. Solution domain of the optimization problem in the interval $[-2 \dots + 2]$

Таким образом, проведенный анализ и определение оптимальных значений параметров помогли выявить область, где достигается наилучшее решение поставленной задачи оптимизации. Данные выходных параметров в итоге составили:

– ВСС, $y_1 = 82,68$, %, ВУС, $y_2 = 78,43$, %, при соответствующих входных: $x_1 = 8,48\%$; $x_2 = 6,79\%$; $x_3 = 3,45\%$; $x_4 = 10,56\%$.

Для проверки точности выбора оптимальных условий процесса была проведена серия параллельных экспериментов. После сравнения результатов экспериментов с расчетными данными была обнаружена значительная сходимость. Все полученные данные попали в пределы рассчитанных доверительных интервалов параметров оптимизации.

Подобранный компонентный состав БУК позволит нам разработать новый вид обогащенного мясного продукта для функционального питания.

Полученные данные легли в основу разработки рецептуры рубленых полуфабрикатов на основе модельного фарша – котлеты «Домашние».

Разработанный нами мясной рубленый полуфабрикат – котлеты «Закусочные» обогащен за счет включения композитов растительного и животного происхождения белками, пищевыми волокнами, витаминами группы В, а также магнием, фосфором и калием, что предполагает использование данного вида продукта для функционального питания.

Мясные продукты, обогащенные пищевыми волокнами, как в растворимом, так и в нерастворимом виде, обладают свойствами, препятствующими аккумуляции тяжелых металлов в организме. Они эффективно уменьшают содержание свинца в печени и в целом способствуют

уменьшению концентрации солей тяжелых металлов. Растворимые пищевые волокна также способствуют лучшему усвоению кальция [1].

Химический состав рубленых полуфабрикатов – котлет «Закусочные» представлен в таблице 4.

Результаты исследования химического состава разработанного вида мясного рубленого полуфабриката с использованием белково – углеводной композиции и pH – среды позволяют установить зависимость между рецептурными компонентами мясной системы и обогащающей композиции. Показатели влагосвязывающей способности для опытного образца рубленого полуфабриката находится на уровне 77,5–78,0%, что превышает значения контрольного рубленого полуфабриката. Аналогично тенденция прослеживается по показателям влаго- и жирудерживающей способности фарша с включением белково-углеводной композиции (повышения до уровня 80,5–81,7% относительно контрольного образца, имеющего значения данных), что также говорит об улучшении функционально-технологических свойств разработанной мясной системы.

Таблица 4.

Химический состав мясных рубленых полуфабрикатов

Table 4.

Chemical composition of minced meat semi-finished products

Показатель Indicator	Значение показателя для полуфабрикатов рубленых (котлет) Value of the indicator for semi-finished chopped (cutlets)	
	Котлеты «Домашние» (контроль) Cutlets "Homemade" (control)	Котлеты «Закусочные» (опыт) Cutlets "Snack bars" (experiment)
Массовая доля влаги, % Mass fraction of moisture, %	59,98	60,66
Массовая доля жира, % Mass fraction of fat, %	18,08	12,07
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	12,78	13,59
Массовая доля углеводов, % Mass fraction of carbohydrates, %	9,16	13,68
в том числе пищевых волокон including dietary fiber	–	9,34
pH полуфабриката pH of the semi-finished product	6,0	6,3
Соотношение жир: белок: вода Fat:protein:water ratio	1,4:1: 4,7	1:1,12:5,02

Опытный образец рубленых полуфабрикатов обладал более высокой органолептической оценкой и плотной структурой.

Опытный образец рубленого мясного полуфабриката по сравнению с контрольным образцом содержит меньшее количество жира и большее количество белка. Последнее обусловлено увеличением в рецептуре белковой составляющей животного и растительного происхождения.

Заключение

Проведенные исследования по оценке эффективности использования в составе мясных систем белково-углеводных композиций

свидетельствует о перспективах их внедрения в производственный цикл выработки мясных рубленых полуфабрикатов обогащенного состава. Методами математического моделирования оптимизирован состав белково – углеводной композиции, позволяющей формировать функционально-технологические свойства конечной фаршевой системы. Доказано, что применение в составе фаршевой системы белково-углеводной композиции на основе ингредиентов растительного и животного происхождения оказывает положительное влияние на структуру и пищевую ценность рубленых полуфабрикатов.

Литература

- 1 Васюкова А.Т., Кусова И.У., Эдварс Р.А., Любимова К.В. и др. Функционально-технологические свойства мясных полуфабрикатов с БАД // Вестник ВГУИП. 2022. Т. 84. № 2. С. 71–77. doi:10.20914/2310-1202-2022-2-71-77
- 2 Панина Е.В., Курчаева Е.Е. Разработка подходов к производству мясных рубленых полуфабрикатов с использованием белково-углеводных комплексов // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. С. 31–40.
- 3 Рушиц А.А., Зубков И.С. Разработка технологии мясных рубленых полуфабрикатов с повышенной пищевой ценностью // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2013. № 1.
- 4 Данилов М.Б., Гомбожапова Н.И., Лескова С.Ю., Бадмаева Т.М. Разработка технологии мясных рубленых полуфабрикатов функционального назначения // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-myasnyh-rublenyh-polufabrikatov-funktsionalnogo-naznacheniya>
- 5 Зинина О.В. Обзор разработок комбинированных рубленых полуфабрикатов // Молодой ученый. 2015. № 21 (101). С. 165–168. URL: <https://moluch.ru/archive/101/22832/>
- 6 Лукин А.А., Бец Ю.А., Наумова Н.Л. О возможности использования порошка из яблок сублимационной сушки в рецептуре мясного продукта // Ползуновский вестник. 2021. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vozmozhnosti-ispolzovaniya-poroshka-iz-yablok-sublimatechnoy-sushki-v-retsepture-myasnogo-produkta>
- 7 Казымов С.А., Прудникова Т.Н. Влияние проращивания на аминокислотный состав бобов маша // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 5–6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-proraschivaniya-na-aminokislennyi-sostav-bobov-masha>
- 8 Кыдыралиев Н.А., Шаршембиева А.М. Перспективы использования проростков зернобобовых в питании школьников // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2019. № 12. С. 108–113. doi: 10.26104/NTTIK.2019.45.557
- 9 Письменный С.А., Варивода А.А. Использование яблочного порошка с целью получения десертной продукции для здорового питания // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам 77 й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. С. 876–878.
- 10 Karchava M.S., Berulava N.J., Kintsurashvili T.D., Ergemlidze I.O. Meat product for baby nutrition enriched with natural mineral and vitamin supplements // *Juvenis Scientia*. 2018.
- 11 Domingutz R., Pateiro M., Munekata P.E.S., McClements D.J. Encapsulation of bioactive phytochemical in plant-based matrices and application as additives in meat and meat product. 2021. V. 26. № 13. P. 3984.
- 12 Munekata, P.E.S., Rocchetti G., Pateiro M., Lucini L. et al. Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes // An overview. *Curr. Opin. Food Sci.* 2020. P. 81–87.
- 13 Li X., He X., Lv Y., He Q. Extraction and functional properties of water-soluble dietary fiber from apple pomace // *Journal of food process engineering*. 2014. V. 37. № 3. P. 293–298.
- 14 Carvalho D.V. et al. Cashew apple fiber prevents high fat diet-induced obesity in mice: an NMR metabolomic evaluation // *Food & function*. 2019. V. 10. № 3. P. 1671–1683.
- 15 Guedes-Oliveira J.M. et al. Washed cashew apple fiber (*Anacardium occidentale* L.) as fat replacer in chicken patties // *LWT-Food Science and Technology*. 2016. V. 71. P. 268–273.
- 16 Issar K., Sharma P. C., Gupta A. Utilization of apple pomace in the preparation of fiber-enriched acidophilus yoghurt // *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017. V. 41. № 4. P. e13098.
- 17 Moreira M.R. et al. Effects of polysaccharide-based edible coatings enriched with dietary fiber on quality attributes of fresh-cut apples // *Journal of food science and technology*. 2015. V. 52. P. 7795–7805.
- 18 Kowalczyk M., Znamirska A., Buniowska M. Probiotic sheep milk ice cream with inulin and apple fiber // *Foods*. 2021. V. 10. № 3. P. 678.
- 19 Skinner R.C. et al. A comprehensive analysis of the composition, health benefits, and safety of apple pomace // *Nutrition reviews*. 2018. V. 76. № 12. P. 893–909.
- 20 Lopes L.G. et al. The intake of dry cashew apple fiber reduced fecal egg counts in *Haemonchus contortus*-infected sheep // *Experimental parasitology*. 2018. V. 195. P. 38–43.

References

- 1 Vasyukova A.T., Kusova I.U., Edvars R.A., Lyubimova K.V., et al. Functional and technological properties of semi-finished meat products with dietary supplements. *Proceedings of VSUET*. 2022. vol. 84. no. 2. pp. 71–77. doi: 10.20914/2310-1202-2022-2-71-77 (in Russian).
- 2 Panina E.V., Kurchaeva E.E. Development of approaches to the production of minced meat semi-finished products using protein-carbohydrate complexes. *Theory and practice of innovative technologies in the agro-industrial complex: materials of the national scientific and practical conference*. Voronezh, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, 2024. pp. 31–40. (in Russian).
- 3 Rushits A.A., Zubkov I.S. Development of technology for minced meat semi-finished products with increased nutritional value. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2013. no. 1. (in Russian).
- 4 Danilov M.B., Gombozhapova N.I., Leskova S.Yu., Badmaeva T.M. Development of technology for minced meat semi-finished products for functional purposes. *Bulletin of Science and Education of the North-West of Russia*. 2015. no. 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-tehnologii-myasnyh-rublenyh-polufabrikatov-funktsionalnogo-naznacheniya> (in Russian).
- 5 Zinina O.V. Review of developments of combined minced semi-finished products. *Young scientist*. 2015. no. 21 (101). pp. 165–168. Available at: <https://moluch.ru/archive/101/22832/> (in Russian).

- 6 Lukin A.A., Bets Yu.A., Naumova N.L. On the possibility of using freeze-dried apple powder in the formulation of a meat product. Polzunovsky Vestnik. 2021. no. 1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vozmozhnosti-ispolzovaniya-poroshka-iz-yablok-sublimatsionnoy-sushki-v-retsepture-myasnogo-produkta> (in Russian).
- 7 Kazymov S.A., Prudnikova T.N. The influence of germination on the amino acid composition of mung beans. News of universities. Food technology. 2012. no. 5–6. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-proraschivaniya-na-aminokislotnyy-sostav-bobov-masha> (in Russian).
- 8 Kydyraliev N.A., Sharshembieva A.M. Prospects for the use of legume sprouts in the nutrition of schoolchildren. Science, new technologies and innovations of Kyrgyzstan. 2019. no. 12. pp. 108–113. doi: 10.26104/NNTIK.2019.45.557 (in Russian).
- 9 Pismenny S.A., Varivoda A.A. Use of apple powder to obtain dessert products for healthy nutrition. Scientific support for the agro-industrial complex: a collection of articles based on the materials of the 77th scientific and practical conference of students on the results of research for 2021. Krasnodar, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 2022. pp. 876–878. (in Russian).
- 10 Karchava M.S., Berulava N.J., Kintsurashvili T.D., Ergemlidze I.O. Meat product for baby nutrition enriched with natural mineral and vitamin supplements. Juvenis Scientia. 2018.
- 11 Domingutz R., Pateiro M., Munekata P.E.S., McClements D.J. Encapsulation of bioactive phytochemical in plant-based matrices and application as additives in meat and meat product. 2021. vol. 26. no. 13. pp. 3984.
- 12 Munekata P.E.S., Rocchetti G., Pateiro M., Lucini L. et al. Addition of plant extracts to meat and meat products to extend shelf-life and health-promoting attributes. An overview. Curr. Opin. Food Sci. 2020. pp. 81–87.
- 13 Li X., He X., Lv Y., He Q. Extraction and functional properties of water-soluble dietary fiber from apple pomace. Journal of food process engineering. 2014. vol. 37. no. 3. pp. 293–298.
- 14 Carvalho D.V. et al. Cashew apple fiber prevents high fat diet-induced obesity in mice: an NMR metabolomic evaluation. Food & function. 2019. vol. 10. no. 3. pp. 1671–1683.
- 15 Guedes-Oliveira J.M. et al. Washed cashew apple fiber (*Anacardium occidentale* L.) as fat replacer in chicken patties. LWT-Food Science and Technology. 2016. vol. 71. pp. 268–273.
- 16 Issar K., Sharma P. C., Gupta A. Utilization of apple pomace in the preparation of fiber-enriched acidophilus yoghurt. Journal of Food Processing and Preservation. 2017. vol. 41. no. 4. pp. e13098.
- 17 Moreira M.R. et al. Effects of polysaccharide-based edible coatings enriched with dietary fiber on quality attributes of fresh-cut apples. Journal of food science and technology. 2015. vol. 52. pp. 7795–7805.
- 18 Kowalczyk M., Znamirska A., Buniowska M. Probiotic sheep milk ice cream with inulin and apple fiber. Foods. 2021. vol. 10. no. 3. pp. 678.
- 19 Skinner R.C. et al. A comprehensive analysis of the composition, health benefits, and safety of apple pomace. Nutrition reviews. 2018. vol. 76. no. 12. pp. 893–909.
- 20 Lopes L.G. et al. The intake of dry cashew apple fiber reduced fecal egg counts in *Haemonchus contortus*-infected sheep. Experimental parasitology. 2018. vol. 195. pp. 38–43.

Сведения об авторах

Анна А. Дерканосова д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aa-derk@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Елена Е. Курчаева д.с.-х.н., профессор, кафедра частной зоотехнии, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1 г. Воронеж, 394087, Россия, alena.kurchaeva@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5958-0909>

Евгения В. Панина старший преподаватель, кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, panina-genia@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6159-842X>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Anna A. Derkanosova Dr. Sci. (Engin.), Professor, Bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, aa-derk@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Elena E. Kurchaeva Dr. Sci. (Agric.), Professor, Department of private animal Science, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina Street, 1 Voronezh, 394087, Russia, alena.kurchaeva@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-5958-0909>

Evgenia V. Panina Senior Lecturer, Department of Processes and Equipment of Processing Industries, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina Street, 1 Voronezh, 394087, Russia, panina-genia@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6159-842X>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 15/07/2024	После редакции 30/07/2024	Принята в печать 10/08/2024
Received 15/07/2024	Accepted in revised 30/07/2024	Accepted 10/08/2024