

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МЯСОРАСТИТЕЛЬНЫХ ПАШТЕТОВ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПАСТ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ИХ БЕЛКОВОГО СОСТАВА

Н.В. Попова, *nvpopova@susu.ru*

А.В. Константинова, *akonstan17@gmail.com*

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. В настоящее время рынок мясной продукции включает в себя различные ассортиментные группы, особое место среди которых занимают паштетные изделия. В большей части данная группа ориентирована на глубокую переработку вторичного мясного сырья, пищевая ценность которого может быть дополнена за счет обогащения растительными компонентами (полученными преимущественно на основе высокобелкового сырья). В рамках нашего исследования предлагается технологическое решение получения мясорастительных паштетов с учетом анализа их пищевой ценности. В ходе выполнения исследования была установлена оптимальная рецептура, определено внесение соевой и чечевичной паст в разных количественных вариациях в состав фаршевой системы паштета на основе куриной печени. При этом вырабатываемые образцы паштетов характеризовались высокими органолептическими характеристиками. Обогащение рецептур паштетов растительными пастами отражалось на функционально-технологических свойствах фарша, а также на показателях пищевой ценности готового паштета. Результаты показали увеличение доли белка в фаршевых системах опытных образцов на 66,4–124 % относительно контрольного образца, снижение доли влаги в фарше на 7–28,6 %, увеличение влагосвязывающей способности на 25–33,8 %. В готовом продукте доля белка увеличивается на 67,9–125 % относительно контрольного образца, причем данное увеличение находится в прямой зависимости от доли соевой пасты в составе рецептуры. Также изменение состава паштета способствовало снижению доли жира в готовых образцах, изменение по данному показателю относительно контрольного образца составило от 6 до 32,3 %. Результаты сравнительного анализа по аминокислотному составу белка свидетельствуют о реально существующей возможности обогащения мясных паштетов растительными пастами.

Ключевые слова: мясорастительный паштет, куриная печень, соевая паста, чечевичная паста, пищевая ценность

Для цитирования: Попова Н.В., Константинова А.В. Разработка технологии мясорастительных паштетов на основе растительных паст с целью оптимизации их белкового состава // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2025. Т. 13, № 4. С. 70–78. DOI: 10.14529/food250408

Original article

DOI: 10.14529/food250408

DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR MEAT-VEGETABLE PATES BASED ON VEGETABLE PASTES IN ORDER TO OPTIMIZING THEIR PROTEIN COMPOSITION

N.V. Popova, *nvpopova@susu.ru***A.V. Konstantinova**, *akonstan17@gmail.com**South Ural State University, Chelyabinsk, Russia*

Abstract. Currently, the meat product market includes various product groups, among which pâté products occupy a special place. This group is largely focused on the advanced processing of secondary meat raw materials, the nutritional value of which can be enhanced by enriching them with plant components (primarily derived from high-protein raw materials). Our research proposes a technological solution for producing meat-vegetable pâtés, taking into account their nutritional value analysis. During the study, we identified the optimal recipe and determined the addition of soy and lentil pastes in varying quantities to the minced chicken liver pâté system. The resulting pâté samples were characterized by high organoleptic properties. Enriching the pâté recipes with plant pastes improved the functional and technological properties of the minced meat, as well as the nutritional value of the finished pâté. The results showed a 66.4–124 % increase in the protein content of the minced meat systems in the experimental samples compared to the control sample, a 7–28.6 % decrease in the moisture content in the minced meat, and an increase in water-binding capacity by 25–33.8 %. In the finished product, the protein content increased by 67.9–125 % compared to the control sample, with this increase directly related to the proportion of soy paste in the recipe. The change in the pâté composition also contributed to a decrease in the fat content in the finished samples, with the change in this indicator relative to the control sample ranging from 6 to 32.3 %. The results of a comparative analysis of the amino acid composition of the protein demonstrate the feasibility of enriching meat pâtés with plant-based pastes.

Keywords: meat and vegetable pate, chicken liver, soybean paste, lentil paste, nutritional value.

For citation: Popova N.V., Konstantinova A.V. Development of a technology for meat-vegetable pates based on vegetable pastes in order to optimizing their protein composition. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2025, vol. 13, no. 4, pp. 70–78. (In Russ.) DOI: 10.14529/food250408

Введение

В настоящее время рынок мясной продукции включает в себя различные ассортиментные группы, особое место среди которых занимают паштетные изделия. В большей части данная группа ориентирована на глубокую переработку вторичного мясного сырья, пищевая ценность которого может быть дополнена за счет обогащения растительными компонентами (полученными преимущественно на основе высокобелкового сырья) [1, 4].

Современные тенденции требуют увеличения потребления полноценных белков, витаминов и минералов. Растительные белки характеризуются высоким уровнем незаменимых аминокислот и позволяют сделать рецеп-

туру традиционного мясного продукта более полноценной в пищевом отношении. Кроме того, введение в рецептуру мясного продукта растительного белка помимо расширения ассортимента выпускаемой продукции выгодно для предприятия в экономическом отношении [2, 4, 5, 9, 15].

Целью наших исследований была оценка возможности использования растительных белков для производства мясорастительных паштетов.

Куриная печень – основной компонент рецептуры паштета, является ценным субпродуктом, источником витамина А, железосодержащих белков (гемопротеины), обладает высокой пищевой ценностью, вещества, содержащиеся в печени, легко усваиваются ор-

ганизмом. В качестве источников растительного белка взяты соевая и чечевичная пасты. Соевая паста содержит около 36 % белка, также она содержит антиоксиданты и фитостерогены, отличается низким содержанием насыщенных жиров. А чечевичная содержит около 25 % белка, характеризуется богатым минеральным составом и низким гликемическим индексом [2, 6, 7, 8, 11, 14].

Объекты и методы исследования

Опытные образцы мясорастительных паштетов вырабатывались из следующих ингредиентов:

- печень куриная;
- соевая паста;
- чечевичная паста.

На их основе были выработаны образцы мясорастительных паштетов:

- образец 1, содержащий 22,5 % соевой и 7,5 % чечевичной паст;
- образец 2, содержащий 15 % соевой пасты и 15 % чечевичной;
- образец 3, содержащий 7,5 % соевой пасты и 22,5 % чечевичной;
- образец 4, содержащий 30 % чечевичной пасты.

Рецептуры исследуемых образцов паштетов приведены в табл. 1, схема изготовления – на рис. 1.

Опытные образцы паштетов были получены в результате термической обработки фаршей в конвектомате.

Органолептическая оценка проводилась в соответствии с разработанной балльной системой оценки органолептических показателей: 5 баллов означает отличное качество, 4 балла – хорошее качество, 3 балла – удовлетворительное качество, 2 балла – неудовлетворительное качество. При оценке учитывают внешний вид, текстуру (консистенцию), запах и вкус продукта. При этом по внешнему виду паштеты должны представлять собой однородную мелкоизмельченную массу с незначительным количеством выплавленного жира, цвет допускается от розовато-серого до коричневатого-серого, цвет и запах – свойственные мясному пашкету, без посторонних запахов и привкуса, при оценке консистенции учитывается плотность, рыхлость, нежность, жесткость, крошливость, упругость массы, ее однородность и качество намазываемости.

Массовую долю влаги (%) фаршевых композиций и готовых изделий определяли уско-

ренным весовым методом на приборе Чижовой по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2 \cdot 100}{m_0}, \quad (1)$$

где m_1 – масса пакета с навеской до высушивания, г; m_2 – масса пакета с навеской после высушивания, г; m_0 – масса навески, г.

Влагоудерживающая способность мяса (ВУС, %) по ГОСТ 9793-2016:

$$\text{ВУС} = B - \text{ВВС}, \quad (2)$$

где влаговыделяющая способность (ВВС, %) вычислялась по формуле

$$\text{ВВС} = a \cdot n \cdot m^{-1} \cdot 100, \quad (3)$$

где B – общая массовая доля влаги в навеске, %; a – цена деления жиромера; $a = 0,01 \text{ см}^3$; n – число делений; m – масса навески, г.

Массовую долю связанной влаги согласно ГОСТ 33692-2015 по методу прессования вычисляют по формулам:

$$x_1 = (A - 8,4B) 100/m_0, \quad (4)$$

$$x_2 = (A - 8,4B) 100/A, \quad (5)$$

где x_1 – массовая доля связанной влаги, % к массе мяса; x_2 – то же, % к общей влаге; A – общая масса влаги в навеске, мг; B – площадь влажного пятна, мг; m_0 – масса навески мяса, мг.

Массовую долю белка в объектах мы определяли в соответствии с ГОСТ 25011-2017:

$$X = \frac{0,002 \cdot D_m \cdot 100 \cdot K}{D_{cm} \cdot m}, \quad (6)$$

где 0,002 – количество мг азота в 1 мл стандартного рабочего раствора; D_m – оптическая плотность рабочего раствора; D_{cm} – оптическая плотность стандартного раствора; m – масса навески используемого вещества, г; K – коэффициент пересчета азота на белок, равный для продуктов растительного происхождения 5,7, для животного происхождения – 6,25.

Расчет аминокислотного сора и коэффициента утилитарности белка определяли в соответствии с методическими указаниями Е.А. Кузнецовой и Л.В. Черепниной:

$$X_i = \frac{AK_i (\text{исследуемого})}{AK_i (\text{эталонного})} \times 100, \%, \quad (7)$$

где AK_i (исследуемого) – содержание в мг аминокислоты в 1 г исследуемого белка; AK_i (эталонного) – содержание в мг аминокислоты в 1 г исследуемого белка.

Для каждой аминокислоты рассчитывали коэффициент утилизации i НАК:

Таблица 1

Рецептуры модельных мясорастительных паштетов

Наименование сырья	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Печень куриная	70	47	47	47	47
Мука пшеничная	7	—	—	—	—
Соевая паста	—	22,5	15	7,5	—
Чечевичная паста	—	7,5	15	22,5	30
Лук репчатый пассированный	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Морковь пассированная	5	5	5	5	5
Соль поваренная пищевая	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Перец чёрный молотый	1	1	1	1	1
Бульон	10	10	10	10	10
Итого	100				

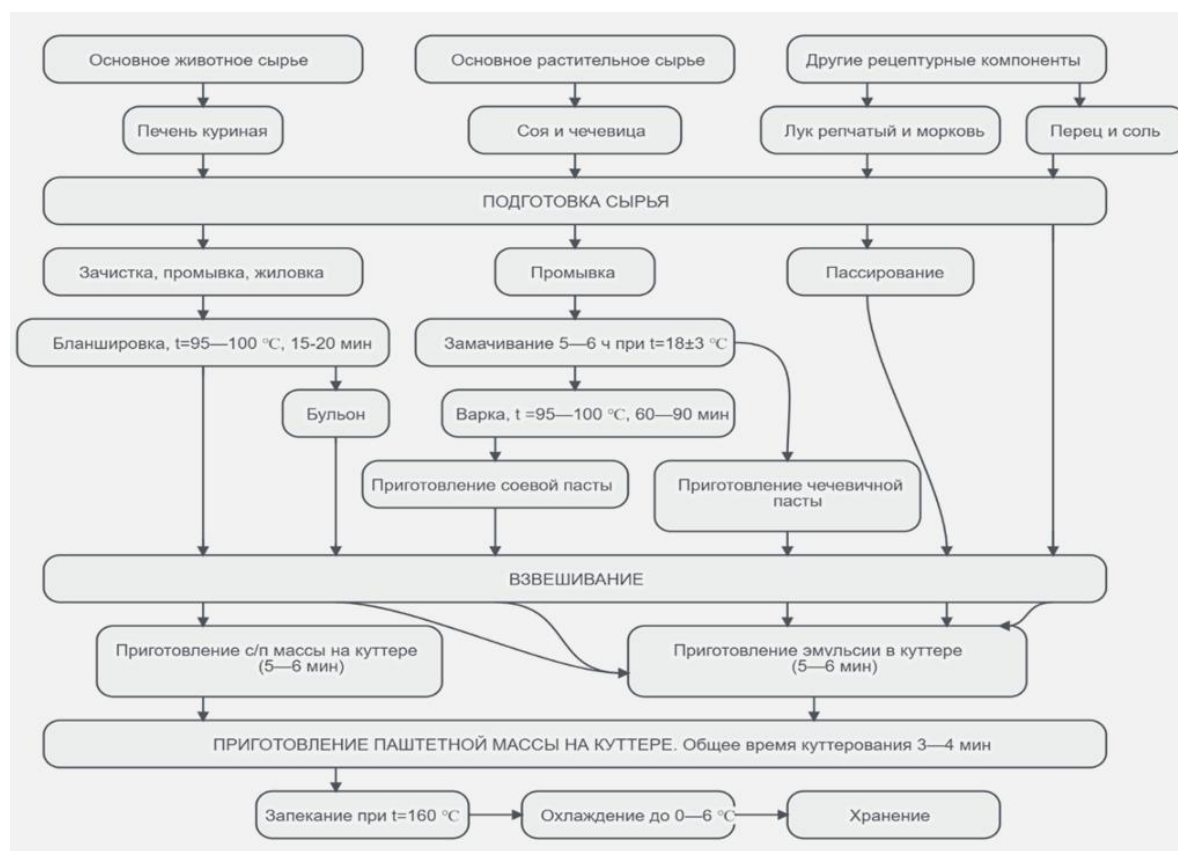


Рис. 1. Технология производства мясорастительных паштетов

$$a_i = \frac{X_{\min}}{X_i}, \quad (8)$$

где X_{\min} – минимальный химический скор аминокислоты, %; X_i – химический скор i НАК продукта, % (рассчитывается по формуле (7)).

Массовую долю жира устанавливали в опытных образцах расчетным методом.

Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе при введении растительных паст в фаршевую систему оценивали массовую долю белка и массовую долю влаги в модельных фаршах, результаты определения приведены в табл. 2. Они свидетельствуют об увеличении доли белковой фракции при введении соевой и чечевичной паст, массовая доля влаги в фаршевых системах при этом снижается.

Увеличение доли белка в фаршевых системах опытных образцов составило от 66,4 до 124 % относительно контрольного образца, снижение доли влаги в фарше – от 7 до 28,6 %. Данные подтверждают результаты органолептической оценки по внешнему виду и консистенции опытных образцов фаршей.

На следующем этапе оценивали влияние внесенных растительных паст на функционально-технологические свойства фаршевой системы.

Увеличение доли белковой составляющей в мясной системе фарша может способствовать повышению стабильности системы. Доказано, что способность белков образовывать и стабилизировать пищевую систему обусловлена рядом молекулярных и физико-химических процессов: растворимые белки мигрируют к границе раздела между воздушной и водной фазами, а также белки адсорбируются на границе раздела и снижают поверхностное натяжение. Кроме того, полипептидные цепи разворачиваются и переориентируются на границе раздела из-за изменения их

молекулярного окружения. Полярные участки на поверхности белка имеют тенденцию ориентироваться в сторону водной фазы, а неполярные – в сторону газовой фазы. Впоследствии полипептидные цепи взаимодействуют с соседними цепями, что приводит к образованию стабильной и непрерывной системы [11, 12, 13, 16].

Результаты оценки влагосвязывающей и влагоудерживающей способностей фаршей (рис. 2) опытных образцов, рецептуры которых модифицированы соевой и чечевичной пастами, показали изменения в большую сторону и увеличение относительно контрольного образца составили по ВСС – 25–33,8 % и по ВУС – 60–80 %.

На следующем этапе исследования образцы паштетов были подвержены органолептической оценке, результаты которой приведены на рис. 3.

Результаты органолептической оценки свидетельствуют, что контрольный образец и опытные образцы 1, 2 и 3 характеризуются хорошим внешним видом, равномерностью и однородностью, образовавшаяся корочка запекания у образца 4 снизила оценку по показателю «внешний вид» на 1 балл.

Лучшими значениями по показателю «цвет» характеризовались образцы 2 и 3, контрольный и 4 образцы имели некоторую неоднородность в цвете, излишне насыщенный цвет.

Наивысшую оценку вкуса получил образец паштета 2, которых характеризовался гармоничным, приятным вкусом с пряным ароматом, не имел посторонних привкусов и ароматов. Все остальные образцы имели равномерный запах с преобладающим печеночным ароматом.

По показателю «консистенция» наивысшую оценку получили также образцы паштета 1 и 2, консистенция образца 4 с внесением 30 % чечевичной пасты имела крошливую, неоднородную консистенцию.

Таблица 2
Физико-химические показатели модельных фаршей

Показатель	Значение				
	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Массовая доля белка, %	14,6	32,7	30	27,2	24,3
Массовая доля влаги, %	70	65	63	55	50

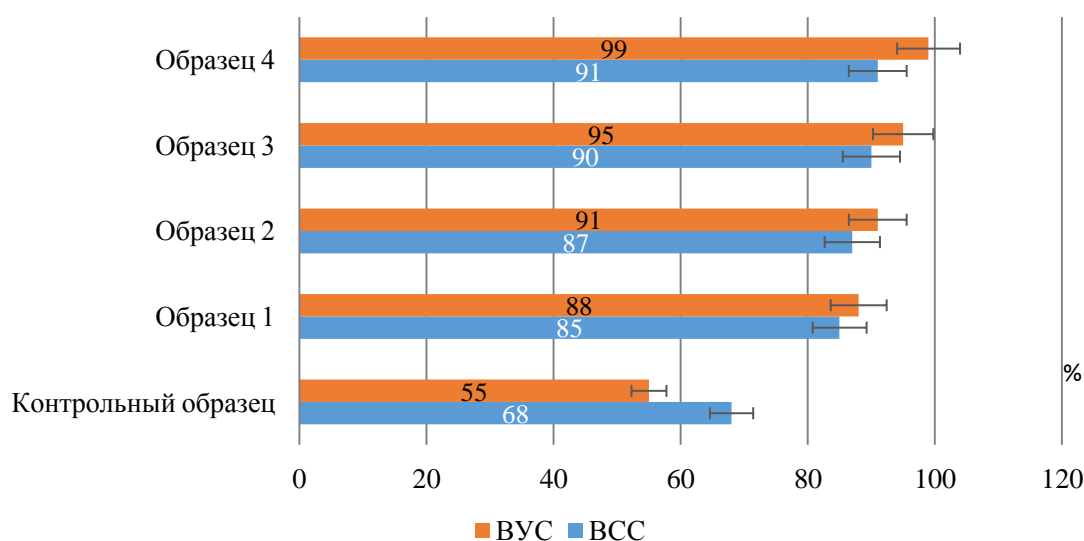


Рис. 2. Результаты оценки функционально-технологических свойств паштетных фаршей

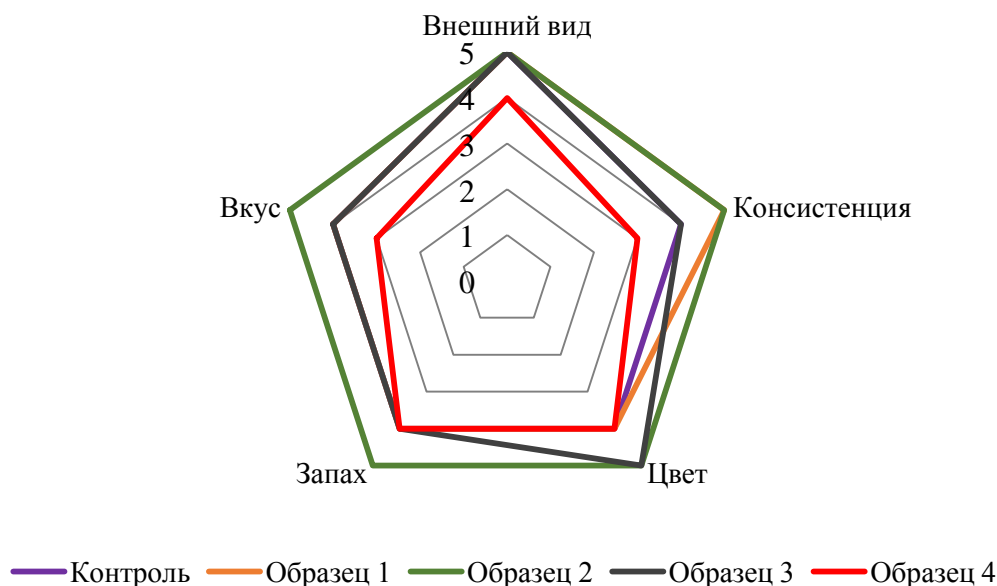


Рис. 3. Профилограмма результатов органолептического анализа контрольного и модельных образцов

Таким образом, установлено, что большая часть чечевичной пасты в составе придает пашкету излишнюю плотность, увеличивает неоднородность структуры.

На следующем этапе оценивали физико-химические показатели качества готовых мясорастительных паштетов (табл. 3).

В результате оценки установлено, что внесение соевой и чечевичной паст в фаршевые системы паштетов способствует увеличению массовой доли белка в готовом паштете на 67,9–125 % относительно контрольного образ-

ца, причем данное увеличение находится в прямой зависимости от доли соевой пасты в составе рецептуры. Также изменение состава паштета способствовало снижению доли жира в готовых образцах, изменение по данному показателю относительно контрольного образца составило 6–13 % в образцах 1 и 2 (с большей долей соевой пасты в рецептуре), 30,4–32,3 % – образцах 3 и 4 (с преобладающим содержанием чечевичной пасты), что связано с пищевой ценностью сои и чечевицы.

Таблица 3

Результаты оценки показателей качества готовых образцов мясорастительных паштетов

Показатель	Значение				
	Контроль	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Массовая доля белка, %, в т. ч. НАК (мг/100 г)*	14,0	31,5	29	25,7	23,5
– изолейцин	41,8	41,8	29,6	30,4	30,8
– лейцин	78,0	73,8	53,4	55,1	56,0
– лизин	66,0	62,8	46,9	48,9	50,3
– метионин+цистин	36,8	30,3	23,0	23,8	24,1
– треонин	37,0	37,4	26,2	26,8	27,0
– триптофан	9,4	7,1	6,9	6,8	6,0
– валин	51,2	48,0	34,9	36,3	37,2
Массовая доля жира, %	5	4,7	4,35	3,39	3,48

* Рекомендуемая суточная норма потребления: изолейцин – 19 мг; лейцин – 42 мг; лизин – 38 мг; метионин + цистин – 19 мг; фенилаланин + тирозин – 33 мг; треонин – 20 мг; триптофан – 5 мг; валин – 24 мг [3]

Незаменимые аминокислоты представлены аминокислотами с разветвленной цепью углерода (лейцином, изолейцином, валином), ароматическими (фенилаланином, триптофаном) и алифатическими (треонином, лизином и метионином) [6, 10].

Заключение

Проведенные исследования свидетельствуют о реально существующей возможности модификации фаршевой системы мясорастительного паштета растительными белковыми ингредиентами, в частности соевой и чечевичной пастами. Куриная печень, являясь вторичным сырьем, может стать таким образом полноценным сырьевым ингредиентом для выработки мясосодержащих паштетов.

Оптимальным составом модификации рецептуры по результатам проведенных исследований определено внесение по 15 % соевой и 15 % чечевичной паст. При этом образец паштета характеризуется высокими органолептическими характеристиками, в частности однородным внешним видом, равномерной мажущейся консистенцией, приятным вкусом и ароматом. Излишнее количество чечевичной пасты в рецептуре делают консистенцию излишне сухой и крошливой.

Обогащение рецептуры паштета на основе куриной печени растительными пастами отра-

жалось на функционально-технологических свойствах фарша, а также на показателях пищевой ценности готового паштета. Результаты показали увеличение доли белка в фаршевых системах опытных образцов на 66,4–124 % относительно контрольного образца, снижение доли влаги в фарше – 7–28,6 %, увеличение влагосвязывающей способности 25–33,8 %, влагоудерживающей – 60–80 %.

Внесение соевой и чечевичной паст в фаршевые системы паштетов способствует увеличению массовой доли белка в готовом паштете на 67,9–125 % относительно контрольного образца, причем данное увеличение находится в прямой зависимости от доли соевой пасты в составе рецептуры. Также изменение состава паштета способствовало снижению доли жира в готовых образцах, изменение по данному показателю относительно контрольного образца составило 6–13 % в образцах 1 и 2 (с большей долей соевой пасты в рецептуре), 30,4–32,3 % – в образцах 3 и 4 (с преобладающим содержанием чечевичной пасты), что связано с пищевой ценностью сои и чечевицы.

Результаты исследования пищевой ценности свидетельствуют о реально существующей возможности дополнения аминокислотного состава животного белка растительными аналогами.

Список литературы

1. Информационно-аналитическое агентство мясной промышленности животноводства. URL: <https://emeat.ru>.
2. Кузнецова Е.А., Черепнина Л.В. Пищевая химия. Орел: ПГУ, 2015. 98 с.
3. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г.).
4. Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Наумкин В.В. Чечевица – ценная зернобобовая культура // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». 2015. № 2. С. 42–45.
5. Чечевица как перспективный источник белково-растительного сырья в технологии мясных изделий / А.Л. Алексеев, М.А. Алексеева, М.И. Сложенкина и др. // Переработка и хранение. 2020. № 1. С. 63–39. DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-14
6. A comprehensive review of processing, functionality, and potential applications of lentil proteins in the food industry / F. Aghababaei, D.J. McClements, M. Pignitter, M. Hadidi // Advances in Colloid and Interface Science. 2024. Vol. 333. 103280. DOI: 10.1016/j.cis.2024.103280.
7. Akimova D. Influence of chicken by-products on the physicochemical properties of minced meat compositions // Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry. Semey. 2023. Vol. 7.
8. Cuevas-Rodriguez. Improving health and nutrition with functional foods. Chapter 3: Fortification of functional foods with legumes: a strategy for improving nutritional and nutraceutical properties and health benefits // Master's program in Food Science and Technology, Faculty of Chemical and Biological Sciences, Autonomous University of Sinaloa. 2025. P. 43–65.
9. Day L., Cakebread J.A., Loveday S.M. Food proteins from animals and plants: differences in the nutritional and functional properties // Trends in Food Science & Technology. 2022. Vol. 119. P. 428–442. DOI: 10.1016/J.TIFS.2021.12.020.
10. Development of imitated meat product by utilizing pea and lentil protein isolates / M. Arshad, S. Anwar, I. Pasha et al. // International Journal of Food Science & Technology. 2022. Vol. 57. P. 3031–3037. DOI: 10.1111/IJFS.15631.
11. Effect of microwave treatment on the structural and functional properties of proteins in lentil flour / Mahalaxmi S., Himashree P., Malini B., Sunil C.K. // Food Chemistry Advances. 2022. Vol. 1. Article 100147. DOI: 10.1016/J.FOCHA.2022.100147.
12. Emanuele D. Lentil protein isolate suspensions with improved solubility and colloidal stability obtained by high-pressure homogenization // Faculty of Environmental Biology, Sapienza University of Rome. Rome. 2025. Vol. 46.
13. Functional characterization of plant-based protein to determine its quality for food applications / M. Kumar, M. Tomar, J. Potkule et al. // Food Hydrocolloids. 2022. Vol. 123. Article 106986. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.106986.
14. Herrero A.M. Encyclopedia of the meat industry // Institute of Science and Technology in Food and Nutrition. Madrid. 2024. No. 3. P. 368–381.
15. Jafarzadeh Sh. Alternative protein sources: a path to healthy nutrition and environmental protection // Current research in the field of food industry. Melbourne. 2024. Vol. 9.
16. On the foaming properties of plant proteins: current status and future opportunities / L. Amagliani, J.V.C. Silva, M. Saffon, J. Dombrowski // Trends in Food Science & Technology. 2021. Vol. 118. P. 261–272. DOI: 10.1016/J.TIFS.2021.10.001.

References

1. *Informatsionno-analiticheskoye agentstvo myasnoy promyshlennosti zhivotnovodstva* [Information and Analytical Agency of the Livestock Meat Industry]. URL: <https://emeat.ru>.
2. Kuznetsova E.A., Cherepina L.V. *Pishchevaya khimiya* [Food Chemistry]. Orel, 2015. 98 p.
3. *Metodicheskkiye rekomendatsii MP 2.3.1.0253-21 «Normy fiziologicheskikh potrebnostey v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiyskoy Federatsii»* [Methodological recommendations MP 2.3.1.0253-21 “Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation”]. Approved by the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing on July 22, 2021.

4. Naumkina T.S., Gryadunova N.V., Naumkin V.V. Lentils – a valuable grain legume crop. *Scientific and production journal "Grain legumes and cereal crops"*, 2015, no. 2, pp. 42–45. (In Russ.)
5. Alekseev A.L., Alekseeva M.A., Slozhenkina M.I., Fedotova G.V., Knyazhechenko, O.A. Lentils as a Promising Source of Protein-Vegetable Raw Materials in Meat Product Technology. *Processing and Storage*, 2020, no. 1, pp. 63–39. (In Russ.) DOI: 10.35809/2618-8279-2020-1-14
6. Aghababaei F., McClements D.J., Pignitter M., Hadidi M. A comprehensive review of processing, functionality, and potential applications of lentil proteins in the food industry. *Advances in Colloid and Interface Science*, 2024, vol. 333. 103280. DOI: 10.1016/j.cis.2024.103280.
7. Akimova D. Influence of chicken by-products on the physicochemical properties of minced meat compositions. *Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry*. Semey, 2023, vol. 7.
8. Cuevas-Rodriguez. Improving health and nutrition with functional foods. Chapter 3: Fortification of functional foods with legumes: a strategy for improving nutritional and nutraceutical properties and health benefits. *Master's program in Food Science and Technology, Faculty of Chemical and Biological Sciences, Autonomous University of Sinaloa*, 2025, pp. 43–65.
9. Day L., Cakebread J.A., Loveday S.M. Food proteins from animals and plants: differences in the nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 2022, vol. 119, pp. 428–442. DOI: 10.1016/J.TIFS.2021.12.020.
10. Arshad M., Anwar S., Pasha I., Ahmed F., Aadil R.M. Development of imitated meat product by utilizing pea and lentil protein isolates. *International Journal of Food Science & Technology*, 2022, vol. 57, pp. 3031–3037. DOI: 10.1111/IJFS.15631.
11. Mahalaxmi S., Himashree P., Malini B., Sunil C.K. Effect of microwave treatment on the structural and functional properties of proteins in lentil flour. *Food Chemistry Advances*, 2022, vol. 1, article 100147. DOI: 10.1016/J.FOCHA.2022.100147.
12. Emanuele D. Lentil protein isolate suspensions with improved solubility and colloidal stability obtained by high-pressure homogenization. *Faculty of Environmental Biology, Sapienza University of Rome*. Rome, 2025, vol. 46.
13. Kumar M., Tomar M., Potkule J., Reetu Punia S., Dhakane-Lad J. et al. Functional characterization of plant-based protein to determine its quality for food applications. *Food Hydrocolloids*, 2022, vol. 123, article 106986. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.106986.
14. Herrero A.M. Encyclopedia of the meat industry. *Institute of Science and Technology in Food and Nutrition*. Madrid, 2024, no. 3, pp. 368–381.
15. Jafarzadeh Sh. Alternative protein sources: a path to healthy nutrition and environmental protection. *Current research in the field of food industry*. Melbourne, 2024, vol. 9.
16. Amagliani L., Silva J.V.C., Saffon M., Dombrowski J. On the foaming properties of plant proteins: current status and future opportunities. *Trends in Food Science & Technology*, 2021, vol. 118, pp. 261–272. DOI: 10.1016/J.TIFS.2021.10.001.

Информация об авторах

Попова Наталия Викторовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; nvpopova@susu.ru

Константинова Александра Витальевна, магистр кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; akonstan17@gmail.com

Information about the authors

Natalia V. Popova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; nvpopova@susu.ru

Alexandra V. Konstantinova, Master of Science, Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; akonstan17@gmail.com

Статья поступила в редакцию 10.10.2025

The article was submitted 10.10.2025