

Разработка и комплексная оценка качества комбинированных мясорастительных рубленых полуфабрикатов функционального назначения

Артур А. Айрапетян	¹	hayrapetyan.arthur1@mail.ru	 0000-0001-8053-4317
Светлана Ю. Чурикова	¹	sveta-ch-vz@ya.ru	 0000-0001-9210-9852
Владимир И. Манжесов	¹	mavik62_62@mail.ru	 0000-0002-0468-8821
Татьяна С. Ковалева	²	tatianakovaleva2501@ya.ru	 0000-0002-3531-3811

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

² Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Настоящая работа сконцентрирована на создании новых видов рубленых полуфабрикатов мясорастительной группы, обладающих усовершенствованными свойствами. В рамках исследований был выполнен детальный анализ того, как частичная субституция мясного сырья композитной смесью из гречневой муки и пищевых волокон воздействует на основные параметры качества готового продукта. Результаты показали, что коррекция рецептуры ведет к оптимизации химического состава: увеличению удельного веса белка на 16% и сокращению доли жира на 5,6%. Показатель аминокислотного сора по триптофану в модифицированном образце составил 170%, что указывает на его повышенную биологическую полноценность. Проведенная органолептическая экспертиза не обнаружила статистически достоверных расхождений между контрольной и опытной группами. Для углубленного анализа сенсорных характеристик впервые был задействован метод пьезокварцевой микрогравиметрии, который дал возможность зафиксировать изменения в ароматическом профиле и определить наиболее эффективную концентрацию функциональных ингредиентов. Данные микроструктурного анализа подтвердили усиление структурно-механических свойств образцов с модифицированной рецептурой. Созданный продукт отвечает установленным нормативам для пищевых продуктов, относящихся к категории функциональных. В работе представлены результаты комплексной оценки качества мясорастительных полуфабрикатов, включающей определение химического состава, аминокислотной сбалансированности, органолептических характеристик, ароматических профилей методом пьезокварцевой микрогравиметрии и микроструктурного анализа. Экспериментально обоснована оптимальная дозировка композитной растительной добавки, составляющая 10% от массы сырья, при которой достигается максимальное сохранение сенсорных свойств при значительном улучшении нутриентного профиля. Результаты исследования имеют практическую значимость для предприятий мясоперерабатывающей отрасли, ориентированных на расширение ассортимента продукции здорового питания с улучшенными потребительскими свойствами.

Ключевые слова: мясорастительные полуфабрикаты, функциональные пищевые ингредиенты, гречневая мука, аминокислотный скар, сенсорная оценка, пьезокварцевая микрогравиметрия, питательная ценность, продукты для здорового рациона.

Development and comprehensive quality assessment of combined meat-and-vegetable chopped semi-finished functional products

Arthur A. Hayrapetyan	¹	hayrapetyan.arthur1@mail.ru	 0000-0001-8053-4317
Svetlana Y. Churikova	¹	sveta-ch-vz@ya.ru	 0000-0001-9210-9852
Vladimir I. Manzhesov	¹	mavik62_62@mail.ru	 0000-0002-0468-8821
Tatiana S. Kovaleva	²	tatianakovaleva2501@ya.ru	 0000-0002-3531-3811

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

² Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. This study focuses on creating new types of minced semi-finished meat-and-vegetable products with improved properties. The study included a detailed analysis of how partial substitution of meat raw materials with a composite mixture of buckwheat flour and dietary fiber affects the key quality parameters of the finished product. The results showed that recipe adjustments optimized the chemical composition: a 16% increase in protein content and a 5.6% reduction in fat content. The amino acid score for tryptophan in the modified sample was 170%, indicating its increased biological value. Organoleptic testing revealed no statistically significant differences between the control and experimental groups. For an in-depth analysis of sensory characteristics, piezoelectric quartz microgravimetry was used for the first time, enabling the recording of changes in the aroma profile and the determination of the most effective concentration of functional ingredients. Microstructural analysis data confirmed enhanced structural and mechanical properties of the samples with the modified recipe. The resulting product meets established standards for functional foods. The study presents the results of a comprehensive quality assessment of meat-plant semi-finished products, including determination of chemical composition, amino acid balance, organoleptic characteristics, and aroma profiles using piezoelectric quartz microgravimetry and microstructural analysis. The optimal dosage of the composite plant additive, amounting to 10% of the raw material weight, was experimentally validated to ensure maximum preservation of sensory properties while significantly improving the nutrient profile. The study's results have practical significance for meat processing companies focused on expanding their range of healthy food products with improved consumer properties.

Keywords: meat-and-vegetable semi-finished products, functional food ingredients, buckwheat flour, amino acid score, sensory evaluation, quartz crystal microgravimetry, nutritional value, healthy diet products.

Для цитирования

Айрапетян А.А., Чурикова С.Ю., Манжесов В.И., Ковалева Т.С. Разработка и комплексная оценка качества комбинированных мясорастительных рубленых полуфабрикатов функционального назначения // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 1. С. 226–232. doi:10.20914/2310-1202-2026-1-226-232

For citation

Hayrapetyan A.A., Churikova S.Yu., Manzhesov V.I., Kovaleva T.S. Development and comprehensive quality assessment of combined meat-and-vegetable chopped semi-finished functional products. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 1. pp. 226–232. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-1-226-232

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

Введение

Современная парадигма развития пищевой отрасли нацелена на производство продуктов, которые целенаправленно способствуют укреплению здоровья человека [1, 2]. В мясоперерабатывающем секторе одним из ключевых трендов является создание комбинированных систем на основе мяса и растительных компонентов, что позволяет осуществлять рациональное использование ресурсов и корректировать нутриентный состав конечной продукции [3, 4]. Инкорпорация растительных ингредиентов в рецептуры мясных изделий способствует их обогащению пищевыми волокнами, витаминно-минеральными комплексами, а также снижению энергетической ценности и объема животных жиров [5, 6].

Особого внимания заслуживает применение гречневой муки, которая отличается высокой концентрацией сбалансированного по аминокислотам белка и наличием рутина [7]. Комбинация данного компонента с препаратами пищевых волокон дает возможность не только повысить питательную ценность, но и целенаправленно изменять структурно-реологические параметры фаршевых матриц [8].

Цель работы – теоретическое обоснование рецептуры и всестороннее изучение потребительских характеристик комбинированных рубленых полуфабрикатов, произведенных с включением гречневой муки и пищевых волокон.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования выступали образцы рубленых полуфабрикатов в форме биточков:

Контрольный образец (К) – изготовлен в соответствии с классической рецептурой.

Опытный образец (О) – произведен с частичной заменой мясного сырья на композитную смесь (гречневая мука + препарат пищевых волокон), прошедшую стадию предварительной гидратации.

В процессе работы использовался комплекс актуальных физико-химических и сенсорных методик:

Стандартизированные методики анализа химического состава (определение влаги, белка, жира, золы) [9].

Органолептический анализ по специализированной балльной шкале, учитывающей внешний вид, консистенцию, вкусовые и ароматические характеристики.

Изучение аминокислотного состава с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель-105». Расчет аминокислотного сора производился в соответствии с эталонным профилем ФАО/ВОЗ [10].

Анализ сенсорных профилей аромата методом пьезокварцевого микровзвешивания на анализаторе «МАГ-8», оснащенном многокомпонентной сенсорной матрицей [11].

Гистологический анализ микроструктурных особенностей на срезах, окрашенных гематоксилином и эозином.

Результаты и их обсуждение

1. Изучение химического состава и нутриентной плотности

Включение в рецептуру функциональных компонентов (гречневой муки и пищевых волокон) в гидратированной форме, а также сокращение доли мясного сырья в опытном образце привели к статистически значимым трансформациям его химического состава (таблица 1).

Таблица 1.

Химический состав комбинированных мясорастительных полуфабрикатов

Table 1.

Chemical composition of combined meat-vegetable semi-finished products

Продукт Product	Массовая доля, % Mass fraction, %			
	Влага wet	Белок Protein	Жир Fat	Зола Ash
Контроль биточки «Праздничные» Meatball Control "Holiday"	65,4	13,1	19,6	1,9
Полуфабрикат мясорастительный биточки «Домашние» Semi-finished meat and vegetable cutlets "Homemade"	64,9	15,2	18,5	1,4

Согласно представленным данным, в опытном образце зарегистрирован прирост массовой доли белка на 16% и уменьшение содержания липидов на 5,6%. Указанные изменения, совместно с введением пищевых волокон, способствуют уменьшению энергетической ценности и росту нутриентной плотности продукта, что согласуется с принципами современной диетологии [12] и дает основания классифицировать разработанный продукт как изделие с улучшенным составом.

2. Органолептические свойства

Проведенная органолептическая оценка полуфабрикатов, модифицированных гречневой мукой и препаратом пищевых волокон, не выявила существенных расхождений между опытными и контрольными образцами по ключевым сенсорным дескрипторам.

Полученные данные, представленные в таблице 2, свидетельствуют о сохранении высоких потребительских характеристик продукции.

Отсутствие статистически значимой разницы, по интегральной оценке, ($p > 0,05$) свидетельствует о корректности проведенной модификации рецептуры. Несколько более высокий балл по параметру «сочность» у опытного образца (6,5 балла), вероятно, объясняется гигроскопичностью введенных растительных ингредиентов.

Таблица 2.

Органолептическая оценка мясорастительных полуфабрикатов

Table 2.

Organoleptic evaluation of meat and vegetable semi-finished products

Наименование продукта Name product	Показатели Indicators						Общая оценка Overall rating
	Внешний вид Appearance	Вид и цвет на разрезе Appearance and color on section	Запах Smell	Вкус Taste	Консистенция Consistency	Сочность Juiciness	
Контроль биточки «Праздничные» Control of the "Holiday" cutlets	8,2	7,8	7,0	7,9	9,0	6,0	7,2
Полуфабрикат мясорастительный биточки «Домашние» Semi-finished meat and vegetable cutlets "Homemade"	8,0	8,0	7,0	7,8	9,0	6,5	7,3

3. Оценка биологической ценности белка

Аминокислотный состав разработанного полуфабриката отличается повышенной сбалансированностью и биологической ценностью (таблица 3).

Анализ данных позволяет утверждать, что во всех изучаемых образцах аминокислотный скор по незаменимым аминокислотам превышал

100%. При этом в опытном образце отмечалась тенденция к росту данного индекса для большинства аминокислот, а скор по триптофану достиг 170%. Отсутствие лимитирующих аминокислот и высокие значения интегральных показателей (коэффициент рациональности аминокислотного состава – КРАС, биологическая ценность – БЦ) подтверждают высокую полноценность белковой составляющей [13].

Таблица 3.

Аминокислотный состав мясорастительных полуфабрикатов

Table 3.

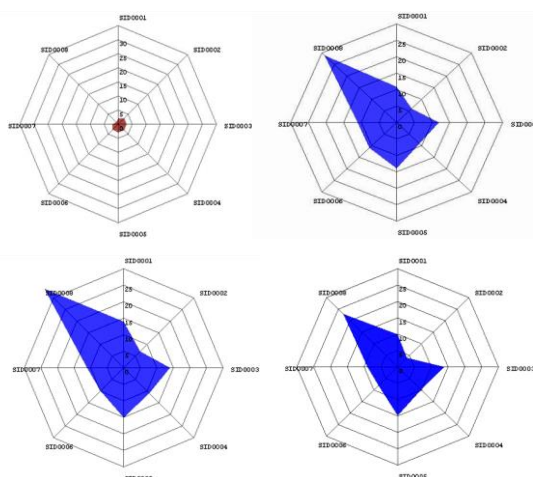
Amino acid composition of semi-finished meat and vegetable products

Аминокислоты Amino acid	Эталон ФАО/ВОЗ, г/100 г белка FAO/WHO reference value, g/100 g protein	Контроль биточки «Праздничные»		Биточки «Домашние»	
		г/100 г белка protein	аминокислотный скор, % score, %	г/100 г белка protein	аминокислотный скор, % score, %
Iso	4,0	4,60	115	4,85	121
Ley	7,0	8,70	124	9,33	133
Lys	5,5	7,21	131	7,58	134
Met + Cys	3,5	4,47	128	4,37	125
Phy+ Tyr	6,0	8,95	149	8,74	146
Rie	4,0	5,03	126	5,14	129
Tri	1,0	1,68	168	1,70	170
Val	5,0	5,25	105	5,33	107
КРАС, %		27,75		26,13	
БЦ, %		74,25		73,87	

4. Инструментальный анализ ароматических профилей

Для объективной верификации данных органолептического анализа был применен метод пьезокварцевого микровзвешивания.

Исследование «визуальных отпечатков» пиковых сигналов сенсоров (рисунок 1) позволило идентифицировать статистически значимые различия в качественной и количественной структуре равновесной газовой фазы (РГФ) над образцами.



РГФ над контролем и образцами 1–3

Рисунок 1. «Визуальные отпечатки» максимальных сигналов сенсоров в РГФ над тестируемыми пробами (по осям указаны номера сенсоров в матрице)

Figure 1. “Visual fingerprints” of the maximum sensor signals in the RGF over the tested samples (the numbers of sensors in the matrix are indicated on the axes)

Было установлено, что РГФ контрольного образца (проба 1) характеризуется более высокой концентрацией легколетучих соединений по сравнению с опытной пробой 3. Количественная оценка интенсивности сенсорного отклика продемонстрировала вариацию данных показателей в интервале от 6 до 14%.

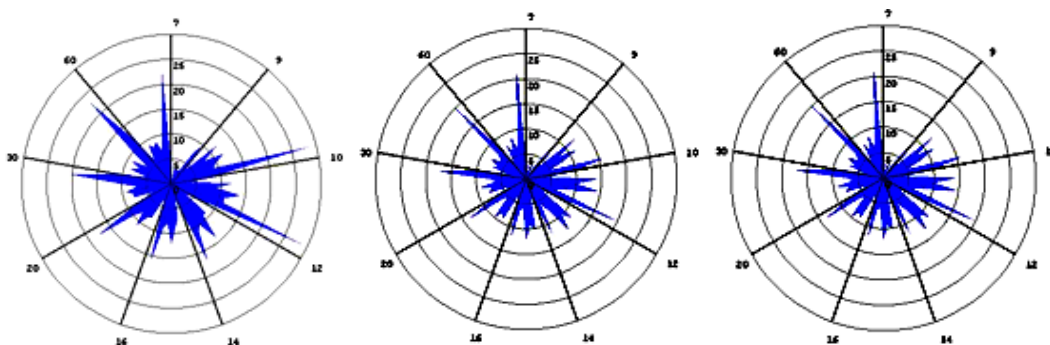
Более детальную информацию предоставили кинетические «визуальные отпечатки» (рисунок 2), которые продемонстрировали, что пробы 1 и 2 имеют сходную кинетику сорбции, в то время как состав легколетучей фракции пробы 3 имеет существенные отличия.

Установлено, что интродукция растительных добавок приводит к связыванию влаги и

легколетучих фракций, а также к обогащению аромата более тяжелыми молекулами (амины, высшие спирты, сложные эфиры). Увеличение доли добавки (проба 3) вызывает существенное (на 30–36%) обеднение РГФ всеми группами легколетучих соединений, что необходимо учитывать для оптимизации рецептуры и сохранения сбалансированного ароматического букета.

5. Микроструктурные исследования

Гистологические исследования выявили позитивное влияние растительных компонентов на формирование структуры фаршевой системы (рисунок 3).



РГФ над контролем и образцами 1–3

Рисунок 2. Кинетические «визуальные отпечатки» запаха тестируемых проб (по кругу отмечено время измерения, с; по вертикальной оси – величина откликов массива сенсоров, Гц)

Figure 2. Kinetic “visual fingerprints” of the smell of the tested samples (the circle shows the measurement time, s; the vertical axis shows the magnitude of the sensor array response, Hz)

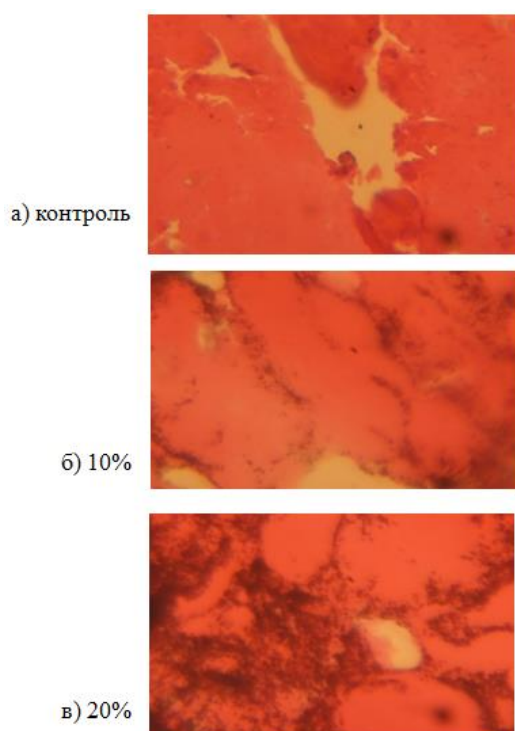


Рисунок 3. Микроструктура рубленых полуфабрикатов: (а) контрольный образец «Праздничные»; (б), (с) опытные образцы «Домашние» с разным содержанием добавки

Figure 3. Microstructure of chopped semi-finished products

В опытных образцах наблюдается более равномерное распределение жировых и белковых составляющих, а также формирование устойчивой пространственной структуры благодаря взаимодействию пищевых волокон с мышечными белками. Это согласуется с литературными данными об улучшении функционально-технологических свойств фаршевых систем при введении гидратированных растительных ингредиентов [8].

Выводы

1. Улучшение нутриентного профиля.

Модификация рецептуры посредством частичной замены мясного сырья композитной растительной добавкой приводит к статистически значимому улучшению химического состава. В опытном образце зафиксировано увеличение массовой доли белка на 16% (до 15,2%) и снижение содержания жира на 5,6% (до 18,5%), что позволяет классифицировать разработанный продукт как изделие со сниженной калорийностью и повышенной пищевой ценностью.

2. Повышение биологической ценности.

Установлено, что разработанный полуфабрикат характеризуется более сбалансированным аминокислотным составом. Аминокислотный скор по ключевым незаменимым аминокислотам в опытном образце превышает контрольные значения, а скор по триптофану достигает 170%.

Отсутствие лимитирующих аминокислот подтверждает высокую биологическую ценность белкового компонента продукта.

3. Сохранение высоких органолептических свойств. Органолептическая оценка не выявила негативного влияния рецептурной модификации на потребительские характеристики. Общая оценка опытного и контрольного образцов является статистически сопоставимой (7,3 и 7,2 балла соответственно), а по показателю «сочность» опытный образец продемонстрировал лучший результат (6,5 против 6,0 баллов).

4 Объективная идентификация модификации ароматического профиля.

Метод пьезокварцевого микровзвешивания подтвердил, что введение растительных ингредиентов индуцирует процессы связывания влаги и легколетучих фракций, одновременно обогащая ароматический букет более тяжелыми молекулярными соединениями. В ходе исследования было установлено, что повышенная дозировка добавки (20%) приводит к редукции общей интенсивности аромата, что обуславливает установление ее оптимальной массовой доли на уровне 10%.

5 Формирование улучшенной микроструктуры. Микроструктурные исследования подтвердили, что гидратированные растительные компоненты способствуют формированию более однородной и стабильной структуры фарша, равномерно распределяясь в белковой матрице и выступая в роли эффективных структурообразователей.

Таким образом, разработанный комбинированный мясорастительный полуфабрикат «Домашние» соответствует актуальным требованиям к продуктам здорового питания,

характеризуется улучшенным химическим составом, высокой биологической ценностью и удовлетворительными органолептическими показателями, что подтверждает перспективность его промышленного производства.

Заключение

1. Научно обоснована и разработана рецептура комбинированного рубленого полуфабриката функциональной направленности с использованием гречневой муки и пищевых волокон.

2. Экспериментально доказано, что применение композитной растительной добавки позволяет улучшить нутриентный профиль продукта: увеличить содержание белка до 15,2%, снизить уровень жира до 18,5% и обеспечить сбалансированный аминокислотный состав.

3. Комплексная органолептическая и инструментальная оценка подтвердила соответствие потребительских свойств разработанного образца традиционному аналогу.

4. Метод пьезокварцевого микровзвешивания позволил объективно идентифицировать модификацию ароматического профиля и установить оптимальный уровень внесения функциональных ингредиентов.

5. Микроструктурный анализ свидетельствует о положительном влиянии рецептурной модификации на структурно-механические характеристики фарша.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать разработанный продукт для внедрения в производство в сегменте функциональных пищевых продуктов.

Литература

- 1 Alija D., Olędzki R., Nikolovska Nedelkoska D. et al. The addition of pumpkin flour impacts the functional and bioactive properties of soft wheat composite flour blends // *Foods*. 2025. V. 14. № 2. P. 243. doi: 10.3390/foods14020243
- 2 Штерман С.В., Голубкина Н.А. Современные тенденции в создании продуктов функционального питания // *Пищевая промышленность*. 2021. № 8. С. 18–22.
- 3 Jaworska D., Sadowka A. Strategies to improve the functional value of meat and meat products // *Foods*. 2024. V. 13. № 15. P. 2433. doi: 10.3390/foods13152433
- 4 Priya N.J., Chowdhury S., Chowdhury A., Yeasmin N. Effect of natural sweeteners on the physicochemical, nutritional, sensory, and microbiological properties of carrot-coconut gel pudding // *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*. 2025. V. 15. № 2. P. 30–38. doi: 10.3329/ijarit.v15i2.80095
- 5 Топорыгина А.В., Липатова Л.П. Перспективы использования растительных белков в мясной промышленности // *Пищевая промышленность*. 2020. № 5. С. 12–15.
- 6 Grasso S., Brunton N.P., Lyng J.G. et al. Healthy processed meat products – Regulatory, reformulation and consumer challenges // *Trends in Food Science & Technology*. 2021. V. 112. P. 332–346. doi: 10.1016/j.tifs.2021.03.051
- 7 Бучилина А.С., Гунькова П.И., Ишевский А.Л. и др. Функциональные и пребиотические свойства семян гречихи // *Вестник Международной академии холода*. 2021. № 4. С. 45–52.
- 8 Неверова О.А., Кузнецова Т.Ю. Влияние растительных добавок на реологические свойства мясных систем // *Вестник ВГУИТ*. 2020. Т. 82. № 1. С. 110–116.
- 9 Ibrahim R.A., Maghraby O.M.A.L., Elmossalami M. et al. Determination of some food additives, chemical composition, bacteriological quality, and physicochemical examination of some meat products // *Egyptian Journal of Chemistry*. 2025. V. 68. № 1. P. 269–278. doi: 10.21608/ejchem.2024.281178.9679
- 10 Calvez J., Azzout-Marniche D., Tomé D. Protein quality, nutrition and health // *Frontiers in Nutrition*. 2024. V. 11. P. 1406618. doi: 10.3389/fnut.2024.1406618
- 11 Варивода С.С., Харитонов В.Д. Применение сенсорных анализаторов для контроля качества пищевых продуктов // *Пищевые системы*. 2021. Т. 4. № 1. С. 45–50.

- 12 Drewnowski A. The Nutrient Rich Foods Index helps to identify healthy, affordable foods // American Journal of Clinical Nutrition. 2010. V. 91. Iss. 4. P. 1095S–1101S. doi: 10.3945/ajcn.2010.28450E
- 13 Хайкин М.С., Семенова А.А. Биологическая ценность белков комбинированных систем // Вопросы питания. 2018. Т. 87. № 4. С. 5–12.
- 14 Lee S., Jo K., Jeon H. et al. Recent strategies for improving the quality of meat products // Journal of Animal Science and Technology. 2023. V. 65. № 5. P. 895. doi: 10.5187/jast.2023.e94
- 15 Камбарова А.С., Смольникова Ф.Х., Нурымхан Г.Н. и др. Исследование пищевой ценности многокомпонентной добавки из злаковых культур // Вестник КрасГАУ. 2022. № 4 (181). С. 155–163.
- 16 Sofi S.A., Ahmed N., Farooq A. et al. Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview // Food Science & Nutrition. 2023. V. 11. P. 2256–2276. doi: 10.1002/fsn3.3166
- 17 Sonawane S., Shams R., Dash K.K. et al. Nutritional profile, bioactive properties and potential health benefits of buckwheat: A review // eFood. 2024. V. 5. № 4. P. e171. doi: 10.1002/efd2.171
- 18 Zhou F., Abdelshafy A.M., El-Shiekh R.A. et al. An updated and comprehensive review on the potential food applications and health benefits of buckwheat fermented with probiotic strains // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2025. P. 1–23. doi: 10.1080/10408398.2025.2588665
- 19 Adhikari S., Schop M., de Boer I.J., Huppertz T. Protein quality in perspective: a review of protein quality metrics and their applications // Nutrients. 2022. V. 14. № 5. P. 947. doi: 10.3390/nu14050947
- 20 Leroy F., Smith N.W., Adesogan A.T. et al. The role of meat in the human diet: evolutionary aspects and nutritional value // Animal Frontiers. 2023. V. 13. № 2. P. 11–18. doi: 10.1093/af/vfac093

References

- 1 Alija D., Olędzki R., Nikolovska Nedelkoska D. et al. The addition of pumpkin flour impacts the functional and bioactive properties of soft wheat composite flour blends. Foods. 2025. vol. 14. no. 2. article 243. doi: 10.3390/foods14020243.
- 2 Shterman S.V., Golubkina N.A. Modern Trends in the Creation of Functional Food Products. Food Industry. 2021. no. 8. pp. 18–22. (in Russian).
- 3 Jaworska D., Sadowka A. Strategies to improve the functional value of meat and meat products. Foods. 2024. vol. 13. no. 15. article 2433. doi: 10.3390/foods13152433.
- 4 Priya N.J., Chowdhury S., Chowdhury A., Yeasmin N. Effect of natural sweeteners on the physicochemical, nutritional, sensory, and microbiological properties of carrot-coconut gel pudding. International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology. 2025. vol. 15. no. 2. pp. 30–38. doi: 10.3329/ijarit.v15i2.80095.
- 5 Toporygina A.V., Lipatova L.P. Prospects for the Use of Plant Proteins in the Meat Industry. Food Industry. 2020. no. 5. pp. 12–15. (in Russian).
- 6 Grasso S., Brunton N.P., Lyng J.G. et al. Healthy processed meat products – Regulatory, reformulation and consumer challenges. Trends in Food Science & Technology. 2021. vol. 112. pp. 332–346. doi: 10.1016/j.tifs.2021.03.051.
- 7 Buchilina A.S., Gunkova P.I., Ishevsky A.L. et al. Functional and Prebiotic Properties of Buckwheat Seeds. Bulletin of the International Academy of Refrigeration. 2021. no. 4. pp. 45–52. (in Russian).
- 8 Neverova O.A., Kuznetsova T.Yu. Influence of Plant Additives on the Rheological Properties of Meat Systems. Bulletin of VSUET. 2020. vol. 82. no. 1. pp. 110–116. (in Russian).
- 9 Ibrahim R.A., Maghraby O.M.A.L., Elmossalami M. et al. Determination of some food additives, chemical composition, bacteriological quality, and physicochemical examination of some meat products. Egyptian Journal of Chemistry. 2025. vol. 68. no. 1. pp. 269–278. doi: 10.21608/ejchem.2024.281178.9679.
- 10 Calvez J., Azzout-Marniche D., Tomé D. Protein quality, nutrition and health. Frontiers in Nutrition. 2024. vol. 11. article 1406618. doi: 10.3389/fnut.2024.1406618.
- 11 Varivoda S.S., Kharitonov V.D. Application of Sensory Analyzers for Food Quality Control. Food Systems. 2021. vol. 4. no. 1. pp. 45–50. (in Russian).
- 12 Drewnowski A. The Nutrient Rich Foods Index helps to identify healthy, affordable foods. American Journal of Clinical Nutrition. 2010. vol. 91. iss. 4. pp. 1095S–1101S. doi: 10.3945/ajcn.2010.28450E.
- 13 Khaykin M.S., Semenova A.A. Biological Value of Proteins of Combined Systems. Problems of Nutrition. 2018. vol. 87. no. 4. pp. 5–12. (in Russian).
- 14 Lee S., Jo K., Jeon H. et al. Recent strategies for improving the quality of meat products. Journal of Animal Science and Technology. 2023. vol. 65. no. 5. article 895. doi: 10.5187/jast.2023.e94.
- 15 Kambarova A.S., Smolnikova F.Kh., Nurymkhan G.N. et al. Study of the Nutritional Value of a Multicomponent Additive from Cereals. Bulletin of KrasGAU. 2022. no. 4 (181). pp. 155–163. (in Russian).
- 16 Sofi S.A., Ahmed N., Farooq A. et al. Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview. Food Science & Nutrition. 2023. vol. 11. pp. 2256–2276. doi: 10.1002/fsn3.3166.
- 17 Sonawane S., Shams R., Dash K.K. et al. Nutritional profile, bioactive properties and potential health benefits of buckwheat: A review. eFood. 2024. vol. 5. no. 4. article e171. doi: 10.1002/efd2.171.
- 18 Zhou F., Abdelshafy A.M., El-Shiekh R.A. et al. An updated and comprehensive review on the potential food applications and health benefits of buckwheat fermented with probiotic strains. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2025. pp. 1–23. [Online first]. doi: 10.1080/10408398.2025.2588665.
- 19 Adhikari S., Schop M., de Boer I.J., Huppertz T. Protein quality in perspective: a review of protein quality metrics and their applications. Nutrients. 2022. vol. 14. no. 5. article 947. doi: 10.3390/nu14050947.
- 20 Leroy F., Smith N.W., Adesogan A.T. et al. The role of meat in the human diet: evolutionary aspects and nutritional value. Animal Frontiers. 2023. vol. 13. no. 2. pp. 11–18. doi: 10.1093/af/vfac093.

Сведения об авторах

Артур А. Айрапетян к.т.н., старший преподаватель, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, hayrapetyan.arthur1@mail.ru

 <https://orcid.org/Место для ввода текста>.

Светлана Ю. Чурикова к.с.-х.н., доцент, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, sveta-ch-vz@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9210-9852>

Владимир И. Манжесов д.с.-х.н., профессор, заведующий кафедрой, кафедра технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, ул. Мичурина, 1, г. Воронеж, 394087, Россия, mavik62_62@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0468-8821>

Татьяна С. Ковалева к.т.н., старший преподаватель, кафедра технологии броидильных производств и виноделия, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, tatianakovaleva2501@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3531-3811>

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

Arthur A. Hayrapetyan Cand. Sci. (Eng.), senior lecturer, technology of storage and processing of agricultural products department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina St., 1, Voronezh, 394087, Russia, hayrapetyan.arthur1@mail.ru

 <https://orcid.org/Место для ввода текста>.

Svetlana Y. Churikova Cand. Sci. (Agric.), docent, technology of storage and processing of agricultural products department, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina St., 1, Voronezh, 394087, Russia, sveta-ch-vz@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9210-9852>

Vladimir I. Manzhesov Dr. Sci. (Agric.), professor, head of department, technology of storage and processing of agricultural products departmen, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Michurina St., 1, Voronezh, 394087, Russia, mavik62_62@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0468-8821>

Tatiana S. Kovaleva Cand. Sci. (Engin.), senior lecturer, fermentation technology and winemaking department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, tatianakovaleva2501@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3531-3811>

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 18/12/2025	После редакции 14/01/2026	Принята в печать 09/02/2026
Received 18/12/2025	Accepted in revised 14/01/2026	Accepted 09/02/2026