Вестник ВГУИТ/ Proceedings of VSUET ISSN 2226-910X E-ISSN 2310-1202
DOI: http://doi.org/10.20914/2310-1202-2026-1-142-150 Оригинальная статья/Research article
УДК 664.9:633.358 Open Access Available online at vestnik-vsuet.ru

Применение растительных компонентов, улучшающих структуру, вкус и пищевые качества мясных продуктов

Альберт Я. Гизатов [1] kbad@yandex.ru 0000-0003-2753-1082
Наталья В. Гизатова [1] natgiz@yandex.ru 0000-0002-9222-767X

1 Башкирский государственный аграрный университет, ул. 50-летия Октября, 34, г. Уфа, 450001, Уфа

Аннотация. Проведено комплексное исследование функционально-технологических свойств измельченной чечевицы и ее влияния на качество рубленых мясных полуфабрикатов. Основной целью являлась разработка технологии производства котлет с частичной заменой мясного сырья на чечевичную муку. В ходе работы изучались адгезионные, эмульгирующие и влагосвязывающие свойства чечевичной муки, а также влияние степени ее гидратации на эти параметры. Установлено, что гидратированная чечевичная мука обладает липкостью в 3-5 раз выше, чем у мясного фарша, и высокой эмульгирующей способностью (96,4%), что способствует улучшению структуры комбинированных фаршевых систем. С помощью двухфакторного экспериментального планирования определены оптимальные технологические параметры производства котлет из фарша (70% говядины, 30% свинины). Анализ результатов экспертных оценок позволил вывести уравнение регрессии и установить, что наивысшее качество продукта (9,6 балла из 10) достигается при использовании крупноизмельченного фарша (размер частиц ~2,5 мм) и содержании чечевичной муки 7,2%. Данные условия обеспечивают наилучшие органолептические показатели, сохраняя традиционные вкус и аромат мясных изделий. Исследование влагоудерживающей, влагосвязывающей и жироудерживающей способностей (ВУС, ВСС и ЖУС) показало, что внесение 7% гидратированной чечевичной муки (оптимальное соотношение мука:вода – 1:3) вместо части мясного сырья приводит к значительному улучшению этих функционально-технологических свойств. Максимальные значения ВУС, ВСС и ЖУС наблюдаются именно при данной дозировке, что объясняется синергическим взаимодействием растительных и мышечных белков способствующих стабилизации мясных эмульсий и снижению технологических потерь при тепловой обработке. Таким образом, частичная замена (7%) мясного сырья гидратированной чечевичной мукой (1:3) в производстве рубленых котлет технологически целесообразна и эффективна. Это решение позволяет повысить пищевую ценность готового продукта за счет улучшения аминокислотного состава, обогатить его пищевыми волокнами и биологически активными веществами, а также оптимизировать функционально-технологические характеристики фарша (адгезию, эмульгирующую и влагосвязывающую способность) без ухудшения органолептических свойств. Результаты исследования создают научную основу для расширения ассортимента комбинированных мясных продуктов функциональной направленности.

Ключевые слова: пищевая промышленность, чечевичная мука, мясные полуфабрикаты, двухфакторный эксперимент.

Application of plant components to improve the structure, flavor and nutritional quality of meat products

Albert Ya. Gizatov [1] kbad@yandex.ru 0000-0003-2753-1082
Natalia V. Gizatova [1] natgiz@yandex.ru 0000-0002-9222-767X

1 Bashkir State Agrarian University, 50-letiya Oktyabrya St., 34, Ufa, 450001, Russia

Abstract. A comprehensive study of the functional and technological properties of ground lentils and their effect on the quality of minced meat semi-finished products was conducted. The main goal was to develop a technology for producing cutlets with partial replacement of meat raw materials with lentil flour. The work studied the adhesive, emulsifying, and water-binding properties of lentil flour, as well as the effect of its degree of hydration on these parameters. It was established that hydrated lentil flour possesses adhesion 3-5 times higher than that of meat mince and has high emulsifying capacity (96.4%), which contributes to the improvement of the structure of combined mince systems. Using two-factor experimental design, the optimal technological parameters for producing cutlets from mince (70% beef, 30% pork) were determined. Analysis of expert evaluation results allowed for the derivation of a regression equation and established that the highest product quality (9.6 out of 10 points) is achieved using coarsely ground mince (particle size ~2.5 mm) and a lentil flour content of 7.2%. These conditions ensure the best organoleptic indicators while preserving the traditional taste and aroma of meat products. The study of water-holding capacity (WHC), water-binding capacity (WBC), and fat-binding capacity (FBC) showed that the introduction of 7% hydrated lentil flour (optimal flour:water ratio – 1:3) as a partial replacement for meat raw material leads to a significant improvement in these functional and technological properties. The maximum values of WHC, WBC, and FBC are observed precisely at this dosage, which is explained by the synergistic interaction of plant and muscle proteins, contributing to the stabilization of meat emulsions and reducing technological losses during heat treatment. Thus, partial replacement (7%) of meat raw material with hydrated lentil flour (1:3) in the production of minced cutlets is technologically feasible and effective. This solution enhances the nutritional value of the finished product by improving the amino acid composition, enriches it with dietary fiber and biologically active substances, and optimizes the functional and technological characteristics of the mince (adhesion, emulsifying, and water-binding capacity) without deteriorating the organoleptic properties. The research results provide a scientific basis for expanding the range of combined meat products with a functional orientation.

Keywords: food industry, lentil flour, meat semi-finished products, two-factor experiment.

Для цитирования
Гизатов А.Я., Гизатова Н.В. Применение растительных компонентов, улучшающих структуру, вкус и пищевые качества мясных продуктов // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 1. С. 142–150. doi:10.20914/2310-1202-2026-1-142-150

For citation
Gizatov A.Y., Gizatova N.V. Application of plant components to improve the structure, flavor and nutritional quality of meat products. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 1. pp. 142–150. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-1-142-150

© 2026, Гизатова А.Я. и др. / Gizatov A.Y et al.
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

В пищевой промышленности широко применяются различные физические процессы, среди которых важнейшим является измельчение. Уменьшение размера частиц продукта увеличивает площадь контактирующих поверхностей, что ускоряет биохимические и диффузионные процессы. Это особенно важно при переработке сырья животного и растительного происхождения [1, 2]. Данная технология активно используется в производстве муки, сахара, пива и других продуктов. Кроме того, растительные компоненты играют важную роль в создании геродиетических продуктов с повышенной биологической ценностью [3, 4].

При разработке таких продуктов особое внимание уделяется подбору ингредиентов. Компьютерное моделирование позволило определить оптимальные виды сырья с точки зрения аминокислотного состава. Среди крупяных культур наиболее подходящими оказались кукурузная крупа, овсяное толокно, пшено, гречиха, рис и геркулес, а среди овощей – морковь и капуста [5, 6]. Для корректировки аминокислотного профиля (снижения лизина и триптофана при увеличении доли метионина и цистина) были успешно протестированы несколько рецептурных композиций.

Композиция № 1: говядина 1 сорта, мясо голов, сухой костный бульон, гречиха, красная морковь;

Композиция № 2: говядина 1 сорта, мясная обрезь, геркулес, кукурузная крупа, сухой костный бульон.

Несмотря на положительный опыт производства комбинированных мясо-растительных продуктов, в российской мясной отрасли по-прежнему недостаточно используются нетрадиционные источники белка. Их применение остается ограниченным как в объемах переработки, так и в ассортименте выпускаемой продукции [7].

Кроме того, существующие технологии накладывают ограничения на количество добавляемых белковых компонентов. Их избыток может ухудшать органолептические свойства продукта – вкус, аромат, цвет и запах. Еще одной проблемой является зависимость от импортных соевых белков поскольку в России эта культура не отличается высокой урожайностью и выходом белка [8, 9].

Цель исследования – создание технологии производства мясных продуктов с включением измельченной чечевицы.

Материалы и методы

Для проведения исследований использовали мясной фарш, приготовленный из говядины и свинины с применением разных способов измельчения и различного содержания чечевичной муки. Эксперимент проводили по двухфакторному плану (симметричная композиционная схема типа Bf).

В ходе работы оценивали физические и физико-химические характеристики измельченной чечевицы; химический состав чечевицы и комбинированных пищевых систем (модельных фаршей); свойства рецептурных композиций для производства рубленых мясных полуфабрикатов согласно общепринятым методикам.

Результаты

При разработке методов переработки сырья ключевую роль играет оценка функционально-технических характеристик муки, в частности её адгезионных свойств. Липкость, как один из ключевых параметров, отражает способность продукта к адгезии с контактными поверхностями и имеет решающее значение для формирования однородной плотной структуры без дефектов.

Экспериментальные данные показали, что максимальные показатели липкости чечевичной муки наблюдаются при минимальном количестве воды (рисунок 1). Однако при соотношении вода: мука менее 0,5:1 формирование однородной массы становится невозможным – часть муки остаётся не гидратированной.

Практические испытания продемонстрировали целесообразность использования гидратации в пропорциях 1:0,75 и 1:1, несмотря на некоторое снижение адгезионных свойств по сравнению с минимальным увлажнением. Такие соотношения обеспечивают технологическую эффективность процесса. Особенно важно учитывать, что в промышленных условиях мука обычно вводится либо в сухом виде, либо в виде концентрированной суспензии.

Следует отметить, что липкость гидратированной чечевичной муки в 3–5 раз превышает аналогичный показатель мясного фарша. Это свойство оказывает положительное влияние на технологический процесс, способствуя улучшению адгезионных характеристик конечного продукта при производстве полуфабрикатов.

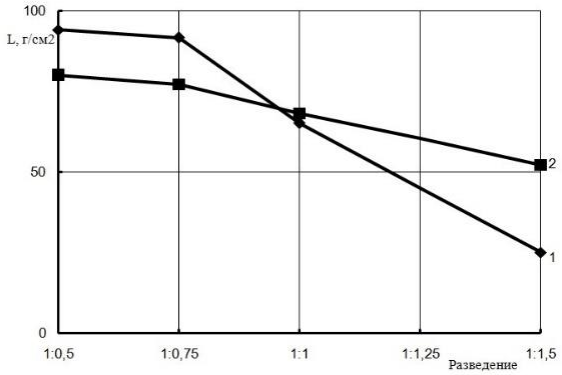


Рисунок 1. Липкость муки в зависимости от разведения: 1 – кривая для нашелушённой муки; 2-кривая для шелушенной муки.

Figure 1. Flour adhesiveness as a function of hydration ratio: 1 – curve for non-dehulled flour; 2 – curve for dehulled flour.

Экспериментальные данные показали, что адгезионные свойства гидратированной чечевичной муки в 3–5 раз выше, чем у мясных фаршей. Это приводит к улучшению клеящей способности комбинированных фаршевых систем, что существенно повышает качество производимых полуфабрикатов.

Особое значение в формировании структуры и консистенции готовой продукции имеют два ключевых параметра:

Эмульгирующая способность (ЭС) – показатель, характеризующий способность системы равномерно распределять и удерживать жировые частицы [10.]

Стабильность эмульсии (СЭ) – параметр, отражающий устойчивость системы к выделению жира при термической обработке [11.]

Методика определения ЭС включала приготовление эмульсии из равных объемов подсолнечного масла и воды с добавлением навески чечевичной муки с последующим центрифугированием. Для обеспечения достоверности результатов использовали идентичное мясное сырьё, что подтверждается одинаковыми начальными точками на графиках.

Чечевичная мука продемонстрировала исключительно высокую эмульгирующую способность – 96,4%. Полученные данные по ЭС и СЭ представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

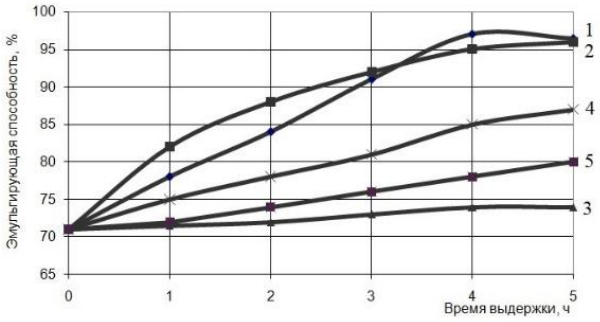


Рисунок 2. Изменение эмульгирующей способности модельных фаршей в зависимости от массовой доли добавляемой измельченной чечевицы: 1 – 7%, 2 – 11%, 3 – контроль, 4 – 5%, 5 – 3%

Figure 2. Emulsifying capacity of model mince systems vs. mass fraction of ground lentils: 1 – 7%, 2 – 11%, 3 – control, 4 – 5%, 5 – 3%

Проведенные исследования показали, что введение 7% измельченной чечевицы в мясной фарш способствует значительному повышению эмульгирующей способности (ЭС) и стабильности эмульсии (СЭ). Этот эффект объясняется синергетическим взаимодействием растительных белков чечевицы с мышечными белками, что обеспечивает образование устойчивых мясных эмульсий. Полученные данные свидетельствуют, что применение чечевичной муки в указанной пропорции практически исключает риск образования бульонно-жировых отеков в готовой продукции.

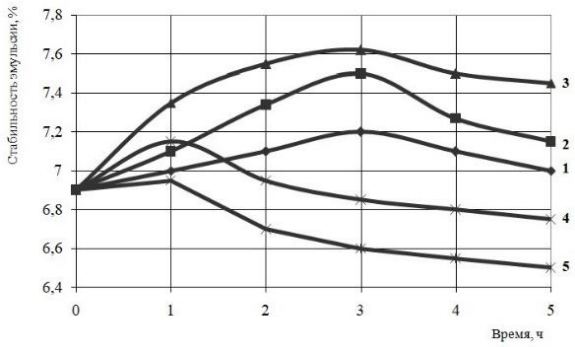


Рисунок 3. Изменение стабильности эмульсии модельных фаршей в зависимости от массовой доли добавляемой измельченной чечевицы: 1 – 7%, 2 – 11%, 3 – контроль, 4 – 5%, 5 – 3%

Figure 3. Effect of ground lentil content on the Emulsion stability dynamics in model meat batters: 1 – 7%, 2 – 11%, 3 – control, 4 – 5%, 5 – 3%

Работа была направлена на разработку технологии производства мясных продуктов с частичной заменой мясного сырья измельченной чечевицей. Исследования проводились на модельных фаршевых системах, соответствующих рецептуре рубленых полуфабрикатов.

Следует отметить, что ключевым аспектом производства рубленых полуфабрикатов является степень измельчения – критически важный параметр, непосредственно влияющий на качественные характеристики готового продукта. При этом использование растительных протеинов способно повышать пищевую ценность изделий; улучшать экономическую эффективность производства и позволяет оптимизировать себестоимость продукции [12]. В свою очередь органолептические свойства являются определяющим фактором потребительского выбора, требуют особого внимания при модификации рецептур и должны сохраняться или улучшаться при введении новых компонентов. Внедрение растительных ингредиентов требует тщательного подбора их концентрации и технологии введения, чтобы обеспечить баланс между пищевой ценностью, экономической эффективностью и потребительскими характеристиками продукта.

Исследование направлено на подбор оптимального содержания чечевицы в мясном фарше и степени его измельчения для котлет. Фарш готовили из смеси говядины (70%) и свинины (30%), измельчая тремя способами: крупный помол (2,5 мм) – однократное прокручивание через мясорубку с решеткой 5 мм; средний (1,5 мм) – двойное прокручивание; мелкий (0,5 мм) – обработка в универсальной машине с двумя ножами и тремя решетками. В готовые фарши добавляли 3%, 7% или 11% чечевичной муки вместо части

говядины высшего сорта. Все образцы котлет обжаривали в одинаковых условиях и оценивали экспертами по 10-балльной шкале.

Исследование проводилось по двухфакторному плану Bf с варьированием степени измельчения (средний размер частиц 1,5 ± 1,0 мм) и содержания чечевицы (3–7–11%). Экспериментальные данные представлены в таблицах 1 и 2.

При обработке результатов эксперимента уравнение поверхности отклика задавалось в виде:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_1X_2 + B_4X_1^2 + B_5X_2^2 \quad (1)$$

Таблица 1.

Значения факторов в натуральных и кодированных величинах

Table 1.

Factor levels in natural and coded forms

Фактор | Factor	Верхний уровень | Upper level		Нулевой уровень | Zero level		Нижний уровень | Lower level	
	натур. | natural	кодир. | coded	натур. | natural	кодир. | coded	натур. | natural	кодир. | coded
X_1 – ср. размер частиц фарша | X_1 – average particle size of mince	2,5 мм	+1	1,5 мм	0	0,5 мм	-1
X_2 – содержан. чечевицы в фарше | X_2 – lentil content in mince	11%	+1	7%	0	3%	-1

Таблица 2.

План и результаты эксперимента

Table 2.

Design and results of the experiment

Значения факторов | Factor Levels		Значения экспертных оценок Y | Expert evaluation scores Y						
X_1	X_2	1	2	3	4	5	среднее | mean	расчетн. | calculated
+1	+1	7	9	8	8	7	7,8	7,8
-1	+1	4	4	5	3	5	4,2	4,0
+1	-1	8	9	7	6	9	7,8	7,8
-1	-1	3	5	4	3	4	3,8	4,0
+1	0	9	10	10	9	10	9,6	9,6
-1	0	4	7	7	6	5	5,8	5,8
0	+1	6	8	6	7	8	7,0	6,7
0	-1	5	7	7	7	6	6,4	6,7

График полученных результатов приведен на рисунке 4.

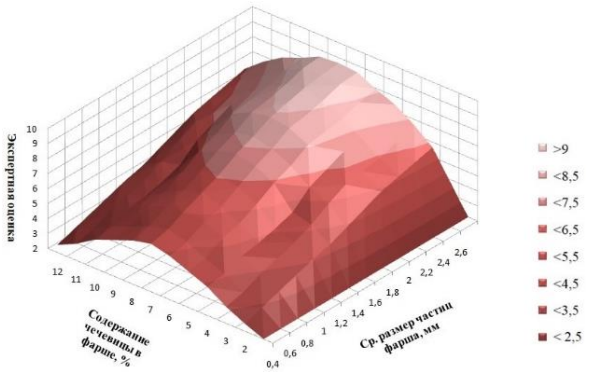


Рисунок 4. Результаты исследований

Figure 4. Research results

Коэффициенты B_2 и B_3 оказались не значимыми, адекватное уравнение поверхности отклика в кодированной форме имеет вид [4, 5]:

$$Y = 8,5 + 1,9\ X_1 - 0,8\ X_1^2 - 1,8\ X_2^2 \quad (2)$$

В раскодированном виде уравнение поверхности отклика имеет вид:

$$Y = 1,9542 + 4,3\ X_1 + 1,6166\ X_2 - 0,8\ X_1^2 - 0,1125\ X_2^2 \quad (3)$$

Для определения оптимальных значений факторов по уравнению (3) возьмем частные производные по ним и приравняем их к нулю

$$\begin{aligned} dY/dX_1 &= 4,3 - 2\times 0,8\ X_1 = 0, \\ dY/dX_2 &= 1,6166 - 2\times 0,1125\times X_2 = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Расчеты показали оптимальные параметры: размер частиц фарша 4,3 / (2 × 0,8) = 2,69 мм и содержание чечевицы 1,6166 / (2 × 0,1125) = 7,18%. Поскольку 2,69 мм превышает экспериментальный диапазон, принято крупное измельчение при однократном прокручивании. (X_1 = 2,5 мм содержание чечевицы 7,18% (X_3) находится в допустимых пределах (от 3 до 11%). При этих параметрах экспертная оценка, исходя из уравнения (3), составила 9,6 балла из 10.

$$\begin{aligned} Y = {} & 1,9542 + 4,3\times 2,5 + 1,6166\times 7,18 - \\ & - 0,8\times 2,5^2 - 0,1125\times 7,18^2 = 9,60 \end{aligned} \quad (5)$$

Это значение на 0,03 балла ниже теоретического максимума. Полученные результаты обеспечивают практически максимальное качество продукта.

Исследования показали, что наилучшие вкусовые качества демонстрируют котлеты, приготовленные из крупноизмельченного фарша (однократное прокручивание через решётку 5 мм) с добавлением 7,2% чечевичной муки. Дегустация охлаждённых котлет «Уфимские» подтвердила, что новый продукт по всем органолептическим характеристикам соответствует традиционному аналогу, а введение чечевицы даже улучшает вкусовые свойства готовых изделий (данные в таблице 3).

Таблица 3.

Органолептическая оценка мясных изделий

Table 3.

Sensory evaluation

Показатель | Indicator	Котлеты «Московские» (контроль) | "Moskovskie" cutlets (control)	Котлеты «Уфимские» (опыт) | "Ufimskie" cutlets (experimental)
Внешний вид | Appearance	9,4	9,4
Вид и цвет на разрезе | Color and Appearance on Cross-Section	9,2	9,5
Запах | Aroma	9,6	9,6
Вкус | Flavor	9,6	9,7
Консистенция | Consistency	9,8	9,5
Сочность | Juiciness	9,6	9,2
Общая оценка | Overall Score	9,1	9,6

Исследовали оптимальную степень гидратации чечевичной муки, варьируя соотношение от 1:1 до 1:4. Мясной фарш представляет собой сложную полидисперсную систему, где водно-белковая матрица (образованная экстрагированными белками, солевыми растворами и водой) служит средой для распределения частиц жира и тканей. Ключевое требование при производстве – поддержание дисперсного состояния компонентов с прочной связью между водой и жиром, что определяет качество и выход продукции. Стабильность этих связей в процессе приготовления фарша критически важна для конечных характеристик полуфабрикатов [4].

Влагосвязывающая способность (ВСС) – ключевой показатель качества мясного фарша для полуфабрикатов. Она характеризует способность удерживать воду и жир в связанном состоянии, предотвращая их потерю при термической обработке и образование бульонно-жировых отеков (рисунок 5).

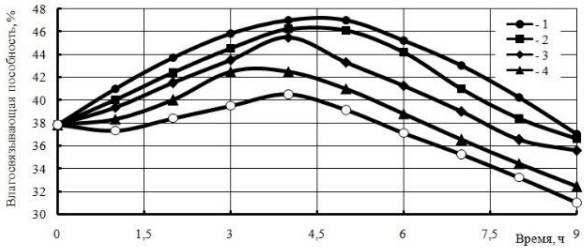


Рисунок 5. Влияние массовой доли гидратированной измельченной чечевицы на ВСС модельных фаршей при гидратации: 1 – 1:3; 2 – 1:2; 3 – 1:1; 4 – контроль без чечевицы; 5 – 1:4

Figure 5. Effect of the mass fraction of hydrated ground lentils on the WBC of model mince systems at different hydration ratios: 1 – 1:3; 2 – 1:2; 3 – 1:1; 4 – control (without lentils); 5 – 1:4

Влагоудерживающая (ВУС) и жироудерживающая (ЖУС) способности отражают количество связанных влаги и жира в фарше после нагрева. ЖУС рассчитывается как разница между исходным содержанием жира и его потерями при тепловой обработке. Высокое содержание белка в чечевичной муке делает ее перспективным ингредиентом для улучшения функционально-технологических свойств фарша при частичной замене мясного сырья. Результаты исследований влияния гидратированной чечевичной муки на свойства модельных фаршей представлены на рисунках 6 и 7.

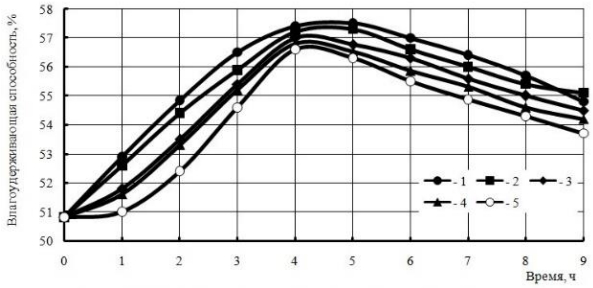


Рисунок 6. Влияние массовой доли гидратированной измельченной чечевицы на влагоудерживающую способность модельных фаршей при гидратации: 1 – 1:3; 2 – 1:2; 3 – 1:1; 4 – контроль без чечевицы; 5 – 1:4

Figure 6. Effect of the mass fraction of hydrated ground lentils on the WHC of model minced systems at various hydration ratios: 1 – 1:3; 2 – 1:2; 3 – 1:1; 4 – control (without lentils); 5 – 1:4

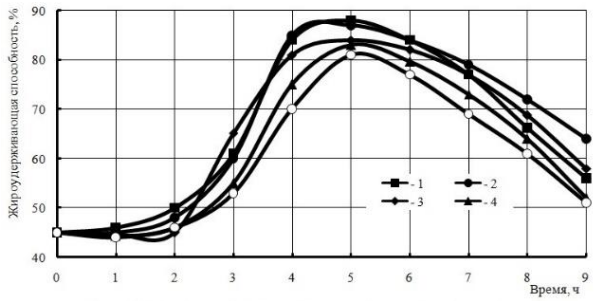


Рисунок 7. Влияние массовой доли гидратированной измельченной чечевицы на жироудерживающую способность модельных фаршей при гидратации: 1 – 1:3; 2 – 1:2; 3 – 1:1; 4 – контроль без чечевицы; 5 – 1:4

Figure 7. Effect of the mass fraction of hydrated ground lentils on the FBC of model mince systems at different hydration ratios: 1 – 1:3; 2 – 1:2; 3 – 1:1; 4 – control (without lentils); 5 – 1:4.

Добавление гидратированной чечевицы (1:1–1:3) в мясной фарш вместо 7% мясного сырья повышает жироудерживающую способность (ЖУС), при этом максимальные значения ВУС, ВСС и ЖУС достигаются в одинаковых условиях. Это объясняется способностью свободных чечевичных белков стабилизировать мясные эмульсии – они образуют прочные термостабильные мембраны вокруг жировых глобул, предотвращая их слипание и улучшая структуру фарша. Однако увеличение доли чечевицы свыше 7% может придавать продукту специфический привкус, что ограничивает её применение. Оптимальное соотношение 1:3 демонстрирует наилучший баланс между улучшением функционально-технологических свойств и сохранением органолептических характеристик.

Обсуждение

Результаты настоящего исследования демонстрируют значительный потенциал чечевичной муки в качестве функционального ингредиента для модификации рецептуры рубленых мясных полуфабрикатов. Полученные данные о ключевых функционально-технологических свойствах находятся в соответствии с известными из литературы характеристиками растительных белков, в частности бобовых культур. Выявленная высокая адгезионная способность гидратированной чечевичной муки, превосходящая аналогичный показатель мясного фарша в 3–5 раз, является одним из ключевых факторов, обуславливающих улучшение структуры комбинированных фаршевых систем. Это свойство можно объяснить наличием в чечевице водорастворимых полисахаридов и белков, способных к интенсивному набуханию и образованию вязких гелей, что согласуется с данными о функциональных свойствах муки из других бобовых (например, гороха и нута). Высокая эмульгирующая способность (96.4%), продемонстрированная чечевичной мукой, также типична для белков бобовых, которые, благодаря своей амфотерной природе, эффективно стабилизируют границу раздела фаз масло – вода. Синергетическое взаимодействие этих растительных белков с мышечными белками мяса обеспечивает образование более прочных и термостабильных эмульсий, что наглядно подтверждается ростом стабильности эмульсии (СЭ) в модельных системах с добавлением 7% чечевицы. Оптимизационный эксперимент, основанный на методологии двухфакторного планирования, позволил объективно установить оптимальные параметры производства. Найденная оптимальная степень измельчения фарша (~2.5 мм) соответствует принципам формирования сочной и нежной консистенции в рубленых изделиях, когда более крупные частицы мышечной ткани лучше удерживают влагу и жир. Установленный оптимальный уровень замещения мясного сырья на 7,2% чечевичной муки является важным практическим результатом. Данная дозировка находится в диапазоне, характерном для многих исследований по обогащению мясных продуктов растительными белками (5–10%), что позволяет значительно улучшить нутриентный профиль, избегая при этом негативного влияния на органолептические свойства. При таком содержании не отмечалось появления нежелательного специфического «бобового» привкуса, а опытные образцы котлет «мяснарские» получили экспертные оценки, сопоставимые или превышающие оценки контрольного образца. Результаты исследования ВСС, ВУС и ЖУС способностей полностью подтверждают технологическую целесообразность проведенной модификации рецептуры. Наблюдаемый максимум этих показателей при добавлении 7% чечевицы и степени гидратации 1:3 логично объясняется оптимальным сочетанием гидратированных белков и полисахаридов, создающих плотную трехмерную матрицу, эффективно иммобилизующую воду и жир. Это согласуется с общепринятыми представлениями о механизме действия растительных гидроколлоидов в мясных системах. Улучшение данных показателей напрямую коррелирует с повышением выхода готовой продукции и улучшением её текстуры, что имеет существенное экономическое значение.

Заключение

На основании проведенных исследований сделан вывод о высокой эффективности применения гидратированной чечевичной муки в качестве функциональной добавки для производства рубленых мясных полуфабрикатов. Достигнута основная цель работы – разработана и научно обоснована технология производства котлет с частичной заменой мясного сырья, при которой не только сохраняются но и улучшаются ключевые потребительские свойства продукта. Научная новизна исследования заключается в комплексном подходе, позволившем установить и объяснить синергетический эффект от взаимодействия чечевичных и мышечных белков, что определило оптимальную дозировку добавки в 7% и способ ее введения. Практическая ценность результатов состоит в предложении готового к внедрению решения, направленного

на повышение пищевой ценности и технологических характеристик фарша, что позволяет расширить ассортимент мясных полуфабрикатов с улучшенными функциональными свойствами. В ходе работы были выявлены ограничения, связанные с появлением специфического привкуса при превышении доли муки свыше 7–11%, а также высокая зависимость функциональных свойств от точности соблюдения степени гидратации, требующая строгого производственного контроля. Основные выводы подтверждают, что чечевичная мука существенно улучшает адгезионные, эмульгирующие и влагосвязывающие свойства фаршевых систем, а установленные параметры обеспечивают максимальное качество готового изделия, делая предложенную рецептурную модификацию технологически и экономически обоснованной. Для промышленного внедрения рекомендуется организация выпуска опытных партий котлет по уточненной рецептуре. Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на изучении стабильности свойств модифицированных фаршей при хранении, адаптации технологии для других видов полуфабрикатов и исследовании комбинированного действия чечевичной муки с другими растительными компонентами для создания продуктов специализированного назначения.

Литература

1 Дерканосова А.А., Курчаева Е.Е., Панина Е.В. Технологические подходы к производству мясных рубленых полуфабрикатов, обогащенных композитами животного и растительного происхождения // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 2 (100). С. 237–247. doi: 10.20914/2310-1202-2024-2-237-247

2 Рожнов Е.Д., Школьникова М.Н., Аббазова В.Н. и др. Направленный ферментолиз мякоти тыквы как инструмент формирования качества полуфабрикатов // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 2 (100). С. 248–254. doi: 10.20914/2310-1202-2024-2-248-254

3 Дерканосова А.А., Курчаева Е.Е., Панина Е.В. Анализ пищевых предпочтений потребителей в отношении мясных продуктов обогащенного состава // Вестник ВГУИТ. 2025. Т. 87. № 3 (105). С. 20–28. doi: 10.20914/2310-1202-2025-3-20-28

4 Шишкина Д.И., Бордунова М.С., Звегинцева Е.Д. и др. Функциональные продукты из мяса: опыт внесения пищевых волокон в рубленые полуфабрикаты // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 1 (91). С. 73–81. doi: 10.20914/2310-1202-2022-1-73-81

5 Гизатов А.Я., Гизатова Н.В. Обогащение мясных продуктов натуральными природными биопротекторами и антиоксидантами // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 2 (96). С. 103–109. doi: 10.20914/2310-1202-2023-2-103-109

6 Zubairova L., Mironova I., Khabibullin I. et al. Improving the quality of beef and its use in the production of enriched minced semi-finished products // III International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-III 2024): Conference Proceedings. Les Ulis: EDP Sciences, 2024. Vol. 95. P. 01016. doi: 10.1051/bioconf/20249501016

7 Mironova I., Khabibullin R., Salikhova G. et al. Meat productivity and functional properties of meat from Kazakh white-headed bulls with the introduction of an adaptogen system into the diet // III International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-III 2024): Conference Proceedings. Les Ulis: EDP Sciences, 2024. Vol. 95. P. 01026. doi: 10.1051/bioconf/20249501026

8 Зубаирова Л.А. Обогащение микронутриентами мясных рубленых полуфабрикатов // Известия Дагестанского ГАУ. 2024. № 4 (24). С. 288–292. doi: 10.52671/26867591_2024_4_288

9 Danyliv M.M., Vasilenko O.A., Ozherelyeva O.N., Kutsova A.E. Amaranth cake as a source of food isolate of vegetable protein for the meat processing industry // BIO Web of Conferences. 2024. V. 103. P. 00084. doi: 10.1051/bioconf/202410300084

10 Danyliv M.M., Ozherelyeva O.N., Vasilenko O.A., Derkanosova N.M. The technology of meat snacks using CO2 spice extracts in their formulations // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. V. 954. P. 012018. doi: 10.1088/1755-1315/954/1/012018

11 Danyliv M.M., Vasilenko O.A., Ozherelyeva O.N., Stanislavskaya E.B. Developing a technology for ground meat low-fat semiproducts // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. V. 624. P. 012165. doi: 10.1088/1755-1315/624/1/012165

12 Danyliv M.M., Ozherelyeva O.N., Evdokimova S.V., Vasilenko O.A. Evaluation of investment attractiveness of the project "meat processing complex" // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2020. V. 172. P. 833–843. doi: 10.1007/978-981-15-2244-4_79

13 Карапетян А.М., Величко Н.А. Перспективы применения растительных компонентов в различных рецептурах мясных рубленых полуфабрикатов // Вестник КрасГАУ. 2023. № 4 (193). С. 155–162.

14 Айрапетян А.А., Манжесов В.И. Применение растительных компонентов в технологии вареной колбасы // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2021. № 1. С. 89–94.

15 Смольникова Ф.Х., Мухаметкали А.Д., Окусханова Э.К., Камбарова А.С. Применение растительных компонентов в технологии мясных изделий для питания пожилых людей // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. 2025. № 4. С. 405–415.

16 Киселева И.С., Еромлаева Ж.Д., Кизиева А.С. и др. Применение продуктов переработки сои и пищевых волокон в технологии комбинированных мясных изделий // Аграрный научный журнал. 2025. № 9. С. 129–136. doi: 10.28983/asj.y2025i9pp129-136

17 Lee S., Jo K., Jeong S.K. et al. Recent strategies for improving the quality of meat products // Journal of Animal Science and Technology. 2023. V. 65. № 5. P. 895–911. doi: 10.5187/jast.2023.e94

18 Stanišić N., Kurćubić V.S., Stajić S.B. et al. Integration of Dietary Fibre for Health Benefits, Improved Structure, and Nutritional Value of Meat Products and Plant-Based Meat Alternatives // Foods. 2025. V. 14. № 12. P. 2090. doi: 10.3390/foods14122090

19 Zhao D., Huang L., Li H. et al. Ingredients and Process Affect the Structural Quality of Recombinant Plant-Based Meat Alternatives and Their Components // Foods. 2022. V. 11. № 15. P. 2202. doi: 10.3390/foods11152202

20 Wang Y., Tuccillo F., Lampi A.M. et al. Flavor challenges in extruded plant-based meat alternatives: A review // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2022. V. 21. № 4. P. 2898–2929. doi: 10.1111/1541-4337.12964

References

1 Derkanosova A.A., Kurchaeva E.E., Panina E.V. Technological Approaches to the Production of Chopped Meat Semi-Finished Products Enriched with Composites of Animal and Plant Origin. Bulletin of VSUET. 2024. vol. 86. no. 2 (100). pp. 237–247. doi: 10.20914/2310-1202-2024-2-237-247 (in Russian).

2 Rozhnov E.D., Shkolnikova M.N., Abbazova V.N. et al. Directed Enzymolysis of Pumpkin Pulp as a Tool for Forming the Quality of Semi-Finished Products. Bulletin of VSUET. 2024. vol. 86. no. 2 (100). pp. 248–254. doi: 10.20914/2310-1202-2024-2-248-254 (in Russian).

3 Derkanosova A.A., Kurchaeva E.E., Panina E.V. Analysis of Consumer Food Preferences in Relation to Meat Products of Enriched Composition. Bulletin of VSUET. 2025. vol. 87. no. 3 (105). pp. 20–28. doi: 10.20914/2310-1202-2025-3-20-28 (in Russian).

4 Shishkina D.I., Bordunova M.S., Zvegintseva E.D. et al. Functional Meat Products: Experience of Adding Dietary Fiber to Chopped Semi-Finished Products. Bulletin of VSUET. 2022. vol. 84. no. 1 (91). pp. 73–81. doi: 10.20914/2310-1202-2022-1-73-81 (in Russian).

5 Gizatov A.Ya., Gizatova N.V. Enrichment of Meat Products with Natural Bioprotectors and Antioxidants. Bulletin of VSUET. 2023. vol. 85. no. 2 (96). pp. 103–109. doi: 10.20914/2310-1202-2023-2-103-109 (in Russian).

6 Zubairova L., Mironova I., Khabibullin I. et al. Improving the quality of beef and its use in the production of enriched minced semi-finished products. In: III International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-III 2024): Conference Proceedings. Les Ulis: EDP Sciences, 2024. vol. 95. Article 01016. doi: 10.1051/bioconf/20249501016.

7 Mironova I., Khabibullin R., Salikhova G. et al. Meat productivity and functional properties of meat from Kazakh white-headed bulls with the introduction of an adaptogen system into the diet. In: III International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-III 2024): Conference Proceedings. Les Ulis: EDP Sciences, 2024. vol. 95. article 01026. doi: 10.1051/bioconf/20249501026.

8 Zubairova L.A. Enrichment of Chopped Meat Semi-Finished Products with Micronutrients. Bulletin of Dagestan State Agrarian University. 2024. no. 4 (24). pp. 288–292. doi: 10.52671/26867591_2024_4_288 (in Russian).

9 Danyliv M.M., Vasilenko O.A., Ozherelyeva O.N., Kutsova A.E. Amaranth cake as a source of food isolate of vegetable protein for the meat processing industry. BIO Web of Conferences. 2024. vol. 103. article 00084. doi: 10.1051/bioconf/202410300084.

10 Danyliv M.M., Ozherelyeva O.N., Vasilenko O.A., Derkanosova N.M. The technology of meat snacks using CO2 spice extracts in their formulations. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. vol. 954. article 012018. doi: 10.1088/1755-1315/954/1/012018.

11 Danyliv M.M., Vasilenko O.A., Ozherelyeva O.N., Stanislavskaya E.B. Developing a technology for ground meat low-fat semiproducts. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. vol. 624. article 012165. doi: 10.1088/1755-1315/624/1/012165.

12 Danyliv M.M., Ozherelyeva O.N., Evdokimova S.V., Vasilenko O.A. Evaluation of investment attractiveness of the project "meat processing complex". In: Smart Innovation, Systems and Technologies. 2020. vol. 172. pp. 833–843. doi: 10.1007/978-981-15-2244-4_79.

13 Karapetyan A.M., Velichko N.A. Prospects for the Use of Plant Components in Various Recipes of Chopped Meat Semi-Finished Products. Bulletin of KrasGAU. 2023. no. 4 (193). pp. 155–162. (in Russian).

14 Airapetyan A.A., Manzhesov V.I. Application of Plant Components in the Technology of Cooked Sausage. Technologies and Commodity Science of Agricultural Products. 2021. no. 1. pp. 89–94. (in Russian).

15 Smolnikova F.Kh., Mukhametkali A.D., Okuskhanova E.K., Kambarova A.S. Application of Plant Components in the Technology of Meat Products for the Nutrition of Elderly People. Bulletin of Shakharim University. Technical Sciences Series. 2025. no. 4. pp. 405–415. (in Russian).

16 Kiseleva I.S., Eromlaeva Zh.D., Kizieva A.S. et al. Application of Soy Processing Products and Dietary Fiber in the Technology of Combined Meat Products. Agrarian Scientific Journal. 2025. no. 9. pp. 129–136. doi: 10.28983/asj.y2025i9pp129-136 (in Russian).

17 Lee S., Jo K., Jeong S.K. et al. Recent strategies for improving the quality of meat products. Journal of Animal Science and Technology. 2023. vol. 65. no. 5. pp. 895–911. doi: 10.5187/jast.2023.e94.

18 Stanišić N., Kurćubić V.S., Stajić S.B. et al. Integration of Dietary Fibre for Health Benefits, Improved Structure, and Nutritional Value of Meat Products and Plant-Based Meat Alternatives. Foods. 2025. vol. 14. no. 12. article 2090. doi: 10.3390/foods14122090.

19 Zhao D., Huang L., Li H. et al. Ingredients and Process Affect the Structural Quality of Recombinant Plant-Based Meat Alternatives and Their Components. Foods. 2022. vol. 11. no. 15. article 2202. doi: 10.3390/foods11152202.

20 Wang Y., Tuccillo F., Lampi A.M. et al. Flavor challenges in extruded plant-based meat alternatives: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2022. vol. 21. no. 4. pp. 2898–2929. doi: 10.1111/1541-4337.12964.

Сведения об авторах

Альберт Я. Гизатов к.т.н., доцент, кафедра технологии мясных, молочных продуктов и химии, Башкирский государственный аграрный университет, ул. 50-летия Октября, 34, г. Уфа, 450001, Россия, kbad@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0003-2753-1082

Наталья В. Гизатова к.б.н., доцент, кафедра технологии мясных, молочных продуктов и химии, Башкирский государственный аграрный университет, ул. 50-летия Октября, 34, г. Уфа, 450001, Россия, natgiz@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-9222-767X

Information about authors

Albert Ya. Gizatov Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, technology of meat, dairy products and chemistry department, Bashkir State Agrarian University, 50-letiya Oktyabrya St., 34, Ufa, 450001, Russia, kbad@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0003-2753-1082

Natalia V. Gizatova Cand. Sci. (Biol.), assistant professor, technology of meat, dairy products and chemistry department, Bashkir State Agrarian University, 50-letiya Oktyabrya St., 34, Ufa, 450001, Russia, natgiz@yandex.ru
https://orcid.org/0000-0002-9222-767X

Вклад авторов

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

Contribution

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

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 11/01/2026	**После редакции** 02/02/2026	**Принята в печать** 20/02/2026

Received 11/01/2026	**Accepted in revised** 02/02/2026	**Accepted** 20/02/2026