

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-56-70>

УДК 637.5.03:641.55 (083)



Влияние составных компонентов рецептуры на формирование структуры и пищевую ценность мясных полуфабрикатов

А.Т. Васюкова^{1,2}, К.В. Любимова², Р.А. Эдварс¹,
А.Ф. Иванов¹, Ф.Н. Меретукова³

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
«Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского»;
г. Балашиха, Российская Федерация,
✉vasyukova-at@yandex.ru

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский экономический университет им. В.Г. Плеханова»;
г. Москва, Российская Федерация

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Майкопский государственный технологический университет»;
г. Майкоп, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Оптимизация рецептуры – основной фактор при разработке функциональных мясных полуфабрикатов для лиц с ограниченными возможностями здоровья. **Целью** работы является оценка влияния малоиспользуемого растительного сырья на функционально-технологические характеристики мясных изделий на всех стадиях технологического цикла. **Объект и методы исследования.** Определены органолептические, реологические, физико-химические показатели полуфабрикатов и изделий, приготовленных в пароконвектомате по современным и общепринятым методикам. Объекты: мясной фарш, овощное сырье, котлеты (полуфабрикаты, кулинарные изделия). **Результаты и обсуждение.** Комбинирование мясных пищевых систем осуществляли с использованием в рецептуре одного и более мясных компонентов, овощных добавок и специй. Получено 8 рецептов мясных котлет, имеющих 60,7-75,7 % мясного компонента, 18,5-23,5 % овощей, 0,8 % специй. Установлен рН сырых полуфабрикатов 5,99-6,42, а готовых изделий 6,22-6,48. Плотность фарша 0,958-1,005 г/см³; количество влаги 73,0-81,6 %, и влагосвязывающая способность 73-84 %. Такая высокая ВСС обеспечивается за счет растительных добавок (крупы рисовой, ячневой, нута), что влияет на выход изделий при термообработке. Добавление 5-15 % крупы показали, что изменяется вкус и снижаются технологические свойства фарша. Оптимальная рецептура включает птицу, свинину, кабачок. Диапазон изменений рецептуры составил 20 %. Пищевая ценность фаршевой системы составляет: 8,5 г белка, 0,84 г жира и 76 г углеводов (в том числе 24,6 г пищевых волокон) на 100 г фарша. Оптимизированный симплекс-решётчатого метода Шеффе вариант рецептуры имеет высокую пищевую ценность: 15,3 г белка, 8,8 г жира, 5,2 г углеводов, 160,4 ккал на 100 г полуфабриката. Оценка качества готовых котлет 4,5-4,8 балла. **Заключение.** Смоделирован ряд рецептов мясных рубленых полуфабрикатов с растительными добавками. Полуфабрикаты в охлаждённом виде (0-4 °С) или замороженные до -18 °С, упакованные в пакеты, хранятся 7-90 суток в соответствии с ТР ТС 021/2011.

Ключевые слова: полуфабрикаты, мясорастительные фарши, пищевые системы, показатели качества

Для цитирования: Васюкова А.Т., Любимова К.В., Эдварс Р.А., Иванов А.Ф., Меретукова Ф.Н. Влияние составных компонентов рецептуры на формирование структуры и пищевую ценность мясных полуфабрикатов. *Новые технологии / New technologies*. 2026; 22(3):56-70. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-56-70>

The influence of recipe components on the structure and nutritional value of semi-finished meat products

A.T. Vasyukova^{1,2}, K.V. Lyubimova², R.A. Edvars¹,
A.F. Ivanov¹, F.N. Meretukova³

¹*Russian State University of National Economy named V.I. Vernadsky;
Balashikha, the Russian Federation,
✉vasyukova-at@yandex.ru*

²*Plekhanov Russian University of Economics;
Moscow, the Russian Federation*

³*Maykop State Technological University;
Maikop, the Russian Federation*

Abstract. Introduction. Recipe optimization is the key factor in developing functional semi-finished meat products for individuals with disabilities. **The goal of the research** was to evaluate the influence of rarely used plant-based raw materials on the functional and technological characteristics of meat products at all stages of the technological cycle. **The object and methods of the research.** Organoleptic, rheological, physicochemical parameters of semi-finished products and products cooked in a combi steamer using modern and generally accepted methods were determined. The objects: minced meat, vegetable raw materials, cutlets (semi-finished products, culinary products). **The results and discussion.** The combination of meat food systems was carried out using one or more meat components, vegetable additives and spices in the recipe. 8 recipes of meat cutlets were obtained, containing 60.7-75.7 % meat component, 18.5-23.5 % vegetables, 0.8 % spices. The pH of raw semi-finished products was found to be 5.99-6.42, while that of finished products was 6.22-6.48. The minced meat density was 0.958-1.005 g/cm³; moisture content was 73.0-81.6 %, and moisture binding capacity was 73-84 %. Such a high WBC was achieved through plant additives (rice, barley, and chickpeas), which affected the yield of products during heat treatment. The addition of 5-15 % of cereals showed that the taste changed and the technological properties of the minced meat deteriorated. The optimal recipe included poultry, pork, and zucchini. The range of recipe variations was 20 %. The nutritional value of the minced meat system was 8.5 g protein, 0.84 g fat, and 76 g carbohydrates (including 24.6 g dietary fiber) per 100 g minced meat. The optimized Scheffe simplex-lattice method recipe had a high nutritional value: 15.3 g protein, 8.8 g fat, 5.2 g carbohydrates, and 160.4 kcal per 100 g of semi-finished product. The quality of the finished cutlets was 4.5-4.8 points. **Conclusion.** A series of recipes for minced meat semi-finished products with plant additives were simulated. Semi-finished products, chilled (0-4 °C) or frozen to -18 °C, packaged in bags, have a shelf life of 7-90 days in accordance with TR CU 021/2011.

Keywords: semi-finished products, meat and vegetable mince, food systems, quality indicators

For citation: Vasyukova A.T., Lyubimova K.V., Edvars R.A., Ivanov A.F., Meretukova F.N. The influence of recipe components on the structure and nutritional value of semi-finished meat products. *Novye tehnologii / New technologies*. 2026; 22(3):56-70, <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-56-70>

Введение. Мясные формованные полуфабрикаты занимают львиную долю в ассортименте мясoproductов. В зависимости от добавок, входящих в их рецептуру, они могут быть функциональными, специализированными, диетическими и традиционными. В качестве добавок к мясному фаршу используют каррагинаны, фосфаты, пектиновые вещества, коллаген, полиненасыщенные жирные кислоты и витамины. Каждый из этих компонентов выполняет определенную функцию в пищевой системе: стабилизирующую, пластическую, влагоудерживающую, гелеобразующую и другую. Наиболее востребованными являются низкокалорийные мясные продукты, обогащенные пищевыми волокнами. Эти продукты призваны удовлетворить потребности людей, стремящихся похудеть или поддерживать определенный вес. Добавленные в эти продукты пищевые волокна способствуют улучшению пищеварения и снижению риска таких заболеваний, как диабет и сердечно-сосудистые заболевания. Введение витаминно-минеральных добавок способствует получению функциональных продуктов, направленных на поддержание функций организма (нервной и иммунной систем, обмена веществ и энергии, костной ткани, пищеварения и микробиом). Однако, содержание добавки может быть в пределах 10-50 % от суточной нормы, рекомендуемой в пищевом рационе. Эти показатели соответствуют современным научным концепциям, подчеркивающим значимость функциональных ингредиентов в улучшении пищевых продуктов и их влияние на здоровье.

Современным и прогрессивным остается моделирование мясных фаршей с включением растительных ингредиентов [1]. Наиболее часто встречаются сочетания свинины с белокочанной капустой: мясо даёт сочность и насыщенный мясной вкус, а капуста – объём, текстуру и лёгкую характерную нотку. У мяса и капусты разная текстура и продолжительность приготовления. В течение технологического процесса приготовления тушеного мяса происходит взаимное

обогащение составных компонентов рецептуры пищевыми веществами. Полноценные белки мышечной ткани мяса (миозин, актин, актомиозин, тропомиозин) в процессе денатурации теряют влагу, а белки соединительной ткани (коллаген, эластин) поглощают эту выделившуюся жидкость. Но ее недостаточно для полного размягчения, и при тушении мяса с капустой образовавшаяся влага из капусты тоже поглощается коллагеном и эластином, что приводит к получению мягкого и сочного мяса. При этом капуста при тушении хорошо пропитывается мясными соками и ароматами. Когда в рецептуру блюда входят специи, томатный соус, различные овощи (помидоры, сладкий перец, чеснок, лук, петрушка, укроп), можно получить очень сбалансированное и насыщенное блюдо. Такое сочетание – еще и бюджетный вариант. Блюдо будет значительно дешевле, чем натуральное мясное с гарниром. Кроме того, с точки зрения питания такое сочетание имеет плюс: белок из мяса и белок из капусты дополняют друг друга, образуя в организме хорошо усваиваемый комплекс. Наряду с перечисленным, капуста добавляет клетчатки и ряд витаминов, а свинина – хорошо усваиваемого железа и витаминов группы В. Мясо обогащает изделие полноценным белком и селеном, а капуста – аскорбиновой кислотой, витамином К, калием, клетчаткой. Особенностью химического состава пищевой системы является сульфорафан, который содержится в капусте [2], может усиливать пользу селена из мяса. Однако из-за высокого содержания жиров в свинине такое блюдо стоит включать в рацион умеренно и рекомендовать для сбалансированного питания; для лиц, ведущих активный образ жизни, а также для потребителей без индивидуальных противопоказаний [3-6]. Важно отметить синергетический эффект взаимного обогащения нутриентов комбинированного продукта [7-8].

Пищевая система, состоящая из свежих помидоров, болгарского перца и мясного фарша, имеет свою особенность. Использование данных ингредиентов рецептуры поз-

воляет формировать сочность и нежность структуры, легкую кислинку и сложный аромат, неоднородную рыхлую текстуру. Сок помидоров разрешает размягчить мясо, поэтому их используют при тушении, а также в составе соуса при запекании. Органические кислоты (яблочная, лимонная, винная, янтарная и аскорбиновая), присутствующие в свежих томатах, придают легкую кислинку пищевой системе, балансируют жирность-аромат и создают насыщенность вкусовой гаммы, глубину ощущений, а эфирные масла томатов в сочетании с перцем при тепловой обработке усиливают аромат блюда и создают пикантный букет. Основой формирования аромата являются терпеноиды томатов (гераниаль, фарнезол, нераль), спирты (изовалериановый, изобутиловый), а также альдегиды, к которым относится бензальдегид и фурфурол [9]. Введение стручкового перца, содержащего капсаицина, способствует появлению дополнительной пикантности и остроты восприятия. Кусочки перца, мелко измельченные, разрыхляют котлетную массу, делают ее более насыщенной, а текстуру выраженной. Но наличие капсаицина сообщает продукту эффект жжения, чем отвлекает от восприятия других ароматических веществ, передающих аромат перца [10]. Капсаицин относится к группе алкенилсактинилов и не встраивается в сложные ароматические структуры, но создает дополнительное восприятие, которое становится более объёмным, ярким, иногда даже более ароматным [11]. Кроме выявленного ароматического профиля перец оказывает и размягчающее действие на мышечную ткань мяса за счет присутствия в его составе различных кислот. Общее содержание органических кислот в зависимости от сорта перца варьируется от 5,83 до 11,32 мг/г сухой массы. Максимальная концентрация приходится на лимонную кислоту, но в перце присутствует фумаровая, яблочная, аскорбиновая и щавелевая. Китайскими учеными в девятнадцати сортах перцев обнаружено 199 различных летучих веществ, которые отно-

сятся к таким соединениям, как спирты, алькены, альдегиды [11]. «Ароматический профиль» перца связан с эфирными маслами и другими летучими соединениями — они дают тот самый яркий запах, а эффект размягчения жёсткой ткани мяса заключается в синергии, в слабокислой среде, когда белки соединительной ткани становятся менее устойчивыми, и структура ткани нарушается — мясо выглядит нежнее [12].

Комплексное воздействие на мясную систему оказывают и другие овощные культуры: кабачки, репчатый лук и чеснок, морковь и картофель. Они не только обогащают мясо дополнительными питательными веществами (витаминами, минералами, минеральными соединениями), антиоксидантными свойствами, участвуют в формировании потребительских характеристик: сочности, вкусо-ароматического букета, тактильности. Кабачки, лук, чеснок содержат от 58 до 95 % воды с растворимыми в ней витаминами, минералами, сахарами, кислотами, экстрактивными веществами, пигментами. Высокое содержание воды в этих овощах не только обеспечивает их сочность, но и способствует растворению и транспортировке растворимых витаминов и минералов [13-15]. Вода помогает транспортировать различные растворимые соединения внутри растения и в пищевой системе, обеспечивая их равномерное распределение. Добавление овощей в мясной фарш вызывает повышение влагоудерживающей способности пищевой системы, т.к. находящаяся в них вода с растворенными веществами перераспределяется в измельченной мясной среде и усиливает синергетический эффект. При добавлении в рецептуру 15-25 % измельченных овощей происходит корректировка пищевой ценности фарша, его сочности, текстуры [16]. Данные технологические приемы изготовления комбинированных продуктов являются важным фактором для транспортировки и эффективного усвоения полезных веществ организмом. Моделирование различных ингредиентов многофунк-

ционального действия позволяет повышать общую пищевую ценность мясных изделий.

Целью научного эксперимента является оценка влияния малоиспользуемого растительного сырья на функционально-технологические характеристики мясных кулинарных изделий на всех стадиях технологического цикла.

Объекты и методы исследования.

Материалы. Объектом для исследования служили: мясной фарш (говядина, свинина, птица), овощное сырье (овощи, крупы, бобовые, специи), котлеты (полуфабрикаты, кулинарные изделия). В опытных образцах хлеб, используемый в классических рецептурах, при разработке новых вариантов мясных полуфабрикатов заменяли растительными добавками. Отбор проб мясных полуфабрикатов и готовых изделий, определение температуры, массовой доли компонентов и категории полуфабриката осуществлялся согласно ГОСТ 32951-2014 «Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия».

Контрольными являлись изделия, приготовленные в соответствии с рецептурами № 467. Котлеты, биточки (особые) и № 469. Котлеты домашние из Сборника рецептов блюд и кулинарных изделий, 2003 г. [17], приведенные в таблице 1.

Показатели качества сырья и разработанного ассортимента котлет определены по

ГОСТ 32951-2014, ГОСТ 32967-2014, ГОСТ 32737-2014. Определение свежести мяса проводилось согласно ГОСТ 7269-2015 «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести».

Выявление зависимостей качественных показателей мясных полуфабрикатов и кулинарных изделий, обогащенных овощными компонентами, осуществляли общепринятыми физическими и химическими методами исследования.

Определение pH проводилось потенциометрическим методом согласно ГОСТ Р 51478-99 «Мясо и мясные продукты. Контрольный метод определения концентрации водородных ионов (pH)».

Определение влагосвязывающей способности осуществлялось методом прессования по Г. Грау и Р. Хамм в модификации В.П. Воловинской и Б.И. Кельман согласно учебному пособию Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов.

Определение оптимального соотношения основных компонентов экспериментальных рецептур осуществлялось методом симплекс-решетчатого планирования, при помощи диаграммы «состав-свойство» Шеффе [18].

Определение органолептических показателей осуществлялось согласно ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки».

Таблица 1. Рецептуры образцов исследования, нетто, г
Table 1. Formulations of research samples, net, g

Наименование продуктов	467. Котлеты, биточки (особые)		469. Котлеты домашние	
	Брутто, г	Нетто, г	Брутто, г	Нетто, г
Говядина (котлетное мясо)	75	55	49	36
Свинина (котлетное мясо)	29	25	24,3	20,7
Хлеб пшеничный	15	15	13	13
Молоко или вода	20	20	20	20
Сухари панировочные	10	10	4	4
Жир-сырец говяжий, свиной	-	-	2	2
Лук репчатый	-	-	2,4	2
Яйцо С1	-	-	1/40	1
Соль	1,2	1,2	1,2	1,2
Перец черный молотый	0,1	0,1	0,1	0,1
Масса полуфабриката	-	123	-	100
Выход:		100		81

Расчеты и графическое представление результатов проводились с использованием ви-

зуального программирования в среде Microsoft Office Word 2010, Excel 2010 для

Windows, Statistica 10. Статистическая обработка результатов экспериментов осуществлялась с использованием программ Microsoft Office Excel-2007 и Datafit ver. 9.1. Дифференцирование, поиск и анализ экстремумов полученных функций выполнялись с использованием компьютерной алгебры – Maxima. Уровень значимости полученных показателей был установлен на степени $p < 0,05$.

Результаты исследований. В проведенном эксперименте ключевым фактором являлось создание инновационной рецептуры путем оптимизации органолептических показателей и технологических режимов для получения функциональных мясных полуфабрикатов, рекомендованных различным контингентам питающихся, особенно лицам с ограниченными возможностями здоровья. Сочетание ингредиентов растительного и животного происхождения позволяет получить альтернативные

варианты для структурирования многокомпонентных систем, скорректировать реологические характеристики полуфабрикатов, обогатить продукцию минорными нутриентами. Разрабатываемые изделия должны иметь высокую пищевую и биологическую ценность, простой и доступный состав, и технологию изготовления, подходить под концепцию «здорового питания».

Согласно ГОСТ 34846-2022, значения пищевой ценности для рубленых полуфабрикатов категории А и Б на 100 г изделий составляют не менее 14 и 12 г белка, не более 13 и 9 г жира соответственно и не более 0,9 г соли.

Для оптимизации органолептических и технологических свойств кулинарных изделий была разработана модель полуфабриката из двух мясных ингредиентов и одного растительного. В ходе исследования были составлены, изготовлены и оценены 8 образцов. Они представлены в таблице 2.

Таблица 2. Оценка органолептических и технологических свойств разработанных образцов мясных изделий

Table 2. Evaluation of organoleptic and technological properties of the developed meat product samples

№ п/п	Ингредиенты	Внешний вид	Консистенция	Вкус	Тактильность
1	Курица, кожа куриная, кабачок	Зелёные включения в фарше	Мягкая, текучая	Свойственный птице	Фарш слишком жидкий, не подходит для формования
2	Курица, свинина, кабачок	Зелёные включения в фарше	Мягкая	Свойственный исходному мясному сырью	Полуфабрикаты легко деформируются. Готовые изделия сочные и имеют приятный вкус.
3	Курица, свинина, картофель	Фарш имеет желтоватый оттенок	Плотная	Ярко выражен вкус картофеля	Изделия хорошо держат форму. Готовые изделия не сочные.
4	Курица, свинина, капуста	Однородная масса	Рыхлая	Свойственный исходному мясному сырью, неяркий	Изделия плохо держат форму, разваливаются
5	Курица, свинина, рис	Белые включения	Рыхлая	Выражен вкус риса	Сырые изделия плохо держат форму, готовые разваливаются.
6	Говядина, свинина, кабачок	Фарш тёмный	Плотная, хорошо формируется	Свойственный исходному мясному сырью	Хорошо формируются. Готовые изделия сочные.
7	Курица, свинина, морковь	Фарш оранжевого оттенка	Мягкая, держит форму	Сладковатый, с привкусом моркови	Хорошо формируются. Изделия имеют неестественный мясу цвет и сладковатый вкус
8	Говядина, свинина, нут	Фарш бледно розовый	Плотная, хорошо держит форму	Присутствует бобовый вкус	Изделия хорошо держат форму. Средней сочности, выражен вкус и запах нута

Для максимальной оптимизации полученных данных и всестороннего анализа при проведении эксперимента в образцах было использовано более одного отличного ингредиента, что позволяло увидеть общее влияние состава на свойства полуфабрикатов и готовых изделий.

При проведении опытов применялось охлаждённое мясное сырьё и свежее растительное сырьё. Бобовые (нут) замачивались в течение 12 часов в пропорции воды к нуту 4:1 и использовались в набухшем виде. Рецептуры образцов представлены в таблице 3 и 4.

Фарш, приготовленный по рецептуре № 1 из мяса птицы с добавлением кожи куриной и кабачка, имеет недостаточную плотность, что ведёт к плохой формуемости изделий. Это связано с высоким содержанием влаги в продукте и недостаточной общей влагоудерживающей способностью фарша. Куриная кожа содержит много жира, не обладает способностью к удерживанию влаги и при измельчении приобретает жидкую консистенцию.

Готовые изделия сочные с ярко выраженным вкусом птицы. На разрезе видны зелёные включения кожицы кабачка. Рекомендуется увеличить степень измельчения овоща или удалять кожицу.

Добавление свиной грудинки с высоким содержанием жира повысило пищевую

ценность и улучшило вкус изделий. Добавление в рецептуру свинины и увеличение общего количества белков мышечной ткани позволило увеличить влагосвязывающую способность в изделиях, за счёт чего они получились плотнее и лучше держат форму, по сравнению с первым образцом.

Грудинка имеет один из самых высоких показателей жирности среди частей свиной туши и значительную стоимость, в виду чего будет заменена на лопатку в последующих опытах. Свиная лопатка содержит меньше жира и больше мышечной ткани. Это позволит как улучшить органолептический профиль изделий, так и снизить общую жирность изделий.

Третий образец с заменой грудинки на лопатку и добавлением сырого картофеля показал значительное улучшение в плотности фарша и формуемости. Каротин, содержащийся в картофеле, придал изделиям желтоватый цвет, а крахмал и сахара – привкус данного корнеплода в готовых изделиях. Из-за различий в окраске картофеля и его выраженном вкусе в готовых изделиях данный образец плохо подходит для реализации. Также картофель вносит в рецептуру крахмал, отсутствующий в прочих компонентах, что негативно сказывается на образе «здоровой пищи» [19].

Таблица 3. Рецептуры обогащенных мясных кулинарных изделий, нетто, г
Table 3. Recipes for enriched meat culinary products, net weight, g

Наименование	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Мясо птицы охлаждённое	60,7	40,7	38,7	36,7
Грудинка свиная	-	30	-	-
Лопатка свиная	-	-	35	35
Кожа куриная	10	-	-	-
Кабачок свежий	18	18	-	-
Картофель	-	-	15	-
Капуста белокочанная	-	-	-	17
Лук репчатый свежий	5	5	5	5
Чеснок свежий	0,5	0,5	0,5	0,5
Соль пищевая	0,6	0,6	0,6	0,6
Перец чёрный молотый	0,2	0,2	0,2	0,2
Панировочные сухари «Панко»	5	5	5	5
Выход:	100	100	100	100

Применение картофеля в рецептуре возможно при уменьшении его концентрации.

Добавление измельчённого сырого картофеля увеличит общее содержание влаги в

фарше и способствует улучшению её связывания за счёт крахмала. Это придаст плотность и однородность фаршу. Внесение картофельного пюре, наоборот, снизит сочность изделий. Крахмал в таком картофеле уже подвергся термической обработке и клейстеризации, что не позволит эффективно связывать новую влагу из фарша.

Введение в рецептуру капусты белокачанной повысило плотность изделий по сравнению с 1 и 2 рецептурами, но не увеличило её до уровня рецептуры № 3. На разрезе капуста не даёт окрашенных включений, однако делает фарш более рассыпчатым, что усложняет формование. Вкус капусты в готовых изделиях практически не ощущается, но её добавление понизило вкусовые достоинства мясных ингредиентов [16, 20]. Органолептическая оценка изделий с капустой получилась ниже, чем у вышестоящих рецептов образцов № 1-3.

В сравнении с контрольным образцом (ГОСТ 34846-2022; рецептура № 467) все разработанные полуфабрикаты образцов № 1-4 отличались более высокой влагосвязывающей способностью (ВСС) к мясу от 0,56 до 0,696, что соответствовало влажности образцов от 77,0 до 80,0 % против контроля – 73,0 %. Плотность данных полуфабрикатов котлет находилась в диапазоне от 0,985 до 1,015 г/см³ по сравнению с контролем – 1,005 г/см³.

Рецептура № 5 отличалась наличием в фаршевой массе риса, который предварительно промывался и подвергался варке до полуготовности. Это привело к увеличению плотности изделий, но, как и в случае с капустой, увеличило рыхлость и усложнило формуемость полуфабрикатов. По органолептическим показателям готовые изделия уступают образцам с овощными добавками.

Классическое сочетание свинины и говядины, отмеченное в контрольных образцах (рецептура № 467 и № 469), изменено путем введения свежего кабачка, который можно измельчать при температуре в толще плода при –1 °С, что способствует снижению температуры фарша и увеличению его плотности. Полученный фарш имеет достаточную вязкость и хорошо формуется благодаря высокому содержанию мышечных белков и, соответственно, высокой влагосвязывающей способности. Поэтому полуфабрикаты с большим количеством мясного сырья (говядина 2 сорта и свиная лопатка) с большой концентрацией соединительнотканых белков и высокой способностью к связыванию влаги, хорошо держат форму и имеют достаточную плотность. В готовом виде котлеты сочные с ярким мясным вкусом. Данный вариант рецептуры получил высокую оценку как в технологических, так и в органолептических показателях.

Таблица 4. Рецептуры мясных кулинарных изделий с овощными добавками, нетто, г
Table 4. Recipes for meat culinary products with vegetable additives, net, g

Наименование	Образец № 5	Образец № 6	Образец № 7	Образец № 8
Мясо птицы	36,7	-	39,7	-
Лопатка свиная	36	35	35	36
Говядина 2 сорта	-	35,7	-	39,7
Рис круглозёрный шлифованный или ячневая крупа	16	-	-	-
Нут (замоченный в воде)	-	-	-	13
Морковь свежая	-	-	14	-
Кабачок свежий	-	18	-	-
Лук репчатый свежий	5	5	5	5
Чеснок свежий	0,5	0,5	0,5	0,5
Соль пищевая	0,6	0,6	0,6	0,6
Перец чёрный молотый	0,2	0,2	0,2	0,2
Панировочные сухари «Панко»	5	5	5	5
Выход:	100	100	100	100

Седьмой вариант рецептуры фарша с добавлением моркови имеет неплохие технологические свойства. Фаршевая масса достаточно плотная, что позволяет без труда формовать изделия. Фарш имеет яркий оранжевый оттенок и свойственный моркови запах [16].

Рецептура № 8 на основе сочетания свинины и говядины с добавлением нута отличалась высокой плотностью, однородностью и хорошо формуется. Нут имеет неяркий белый цвет, за счёт чего окраска фарша приобрела более светлый оттенок. Готовые изделия сочные, имеют ярко выраженный вкус мяса и специфический бобовый запах и привкус. Включение нута в рецептуру увеличило содержание белка в изделиях и плотность фарша, но привело к небольшому снижению сочности по сравнению с другими образцами и появлению бобового вкуса и выраженного послевкусия.

В сравнении с контрольным образцом (рецептура № 469) образцы № 5-8 разработанных полуфабрикатов отличались более высокими показателями ВСС к мясу (от 0,607 до 0,809); и разность между ними составляла 33,2 % из-за значительной концентрации овощей (от 18 до 23 %) с различной влажностью (от 80,0 % в луке до 94,0 % – в кабачках), при этом влажность полуфабрикатов образцов № 5-8 составляла от 78,0 до 85,0 %, тогда как контроль имеет 73,0 % влаги. Плотность данной группы образцов, содержащих в своем составе сочные овощные компоненты, против образцов № 1-4, включающих крупяные компоненты (16 %), составляет от 0,958 до 1,001 г/см³, по сравнению с контролем – 1,005 г/см³. Установлено, что формуемость полуфабрикатов была наилучшей при максимальном количестве свинины в рецептуре с допущением по количеству курицы. Увеличение количества кабачка сильно ухудшало этот показатель. Поэтому возникла необходимость ограничения количества кабачка в составе изделий для получения достаточных технологических свойств, соответствующих потребительским предпочтениям. Добавление сухих

компонентов в пищевую систему улучшает реологические свойства полуфабриката и позволяет формовать его при высоком содержании кабачка в рецептуре. Идеальная зона концентрации компонентов стремится к показателям 35:55:10 по количеству мяса птицы, свинины и кабачка соответственно.

Эксперимент показал, что внесение различных видов растительного сырья значительно изменял функционально-технологические свойства фарша.

Таким образом, комбинирование мясных пищевых систем осуществляли с использованием в рецептуре одного и более мясных компонентов, различных овощных добавок для выявления максимального сочетания ингредиентов и соответствия реологических характеристик при структурировании, порционировании, формировании котлет, получении готовых кулинарных изделий с высокой пищевой ценностью и оптимальными органолептическими показателями [21, 22]. Разработанные образцы котлет отличались концентрацией от 60,7 до 75,7 % мясного компонента, от 18,5 до 23,5 % овощных добавок и 0,8 % специй.

Для выявления качественных показателей, влияющих на технологические свойства и пищевую ценность определены рН, плотность, влажность и влагосвязывающая способность (ВСС) полуфабрикатов и готовых кулинарных изделий. Установлен рН сырых полуфабрикатов от 5,99 до 6,42, а готовых изделий несколько выше – от 6,22 до 6,48. Плотность фарша от 0,958 до 1,005 г/см³; количество влаги составляет от 73,0 до 81,6 %, и влагосвязывающая способность данной пищевой системы находится в пределах от 0,56 до 0,809 к мясу, что соответствует влажности от 73 до 84 %. Такая высокая влагосвязывающая способность обеспечивается за счет введения в рецептуру фарша растительных добавок (крупы рисовой, ячневой, нута). Введение в рецептуру крупы увеличило выход изделий при термобработке. Но данный вид растительного сырья значительно снизил липкость фарша и сделал его рассыпчатым. Добавление 5, 10

и 15 % крупы показали, что даже в малых количествах она сообщает свой вкус готовым изделиям и снижает технологические показатели фаршевой массы. В результате основными компонентами были выбраны мясо птицы, свинина и кабачок. Диапазон изменений рецептуры составил 20 %. Расчёт проводился по 10 точкам. Пищевая ценность фаршевой системы составляет 8,5 г белка, 0,84 г жира и 76 г углеводов (в том числе 24,6 г пищевых волокон) на 100 г фарша. Оптимизированный симплекс-решётчатого метода Шеффе вариант рецептуры имеет высокую пищевую ценность: 15,3 г белка; 8,8 г жира, 5,2 г углеводов и 160,4 ккал на 100 г полуфабриката. Контрольный образец, приготовленный в соответствии с ГОСТ 34846-2022, имел 12 г белка, 9,0 % жира и 0,9 г соли. Сравнение пищевой ценности образца № 6 с контрольным показывает, что по содержанию белка опытный превосходит контроль на 27,5 %; по содержанию жира уступает контролю на 2,2 %, а также дополнительно содержит углеводы.

В результате исследований установлено, что потери массы всех исследуемых полуфабрикатов, подвергнутых тепловой обработке в пароконвектомате на режиме «жар» при 180°C, составили 11,0-13,0 % по сравнению с контролем – 19,0 %.

Оценка качества готовых котлет в среднем составила от 4,5 до 4,8 баллов.

Разработанные образцы подвергали хранению. Масса одного изделия в панировке составляла 100 г. Полуфабрикаты имели овально-приплюснутую или круглую форму (котлеты). Хранили образцы в охлаждённом виде (0-4 °C) в пластиковых лотках, а также в замороженном при –18°C и упакованном в пакет в модифицированной газовой среде. Запаянные лотки с охлаждёнными полуфабрикатами упаковывали в картонные коробки. Продолжительность хранения охлаждённых изделий составляла 7 суток с даты изготовления, а замороженных изделий – 90 суток. Органолептическая оценка качества готовых котлет,

подвергнутых хранению, была отмечена от 4,4 до 4,8 баллов, что соответствует требованию к качеству данной группы кулинарных изделий (ТР ТС 021/2011).

Выводы. Комплексный анализ Стратегии агропромышленного комплекса в Российской Федерации до 2030 г., аналитических материалах и отраслевых прогнозах обоснован выбор мяса говядины, свинины и птицы, как доступного сырья с существенным объемом допустимого производства в год. Свинина и птица – драйверы роста. Эти подотрасли демонстрируют наиболее динамичное развитие в последние годы. Свиноводство и птицеводство быстрее реагируют на рыночные сигналы, чем скотоводство (говядина), поэтому их выбрали как локомотивы для наращивания общего объёма производства мяса в стране. В прогнозах (от Национального союза свиноводов) закладывается существенный прирост – в частности, по свинине цель составляет около 1 млн тонн в живом весе к 2030 году. Кроме того, к 2025 году уровень самообеспеченности мясом и мясопродуктами в России уже превысил 100 % (при пороговом значении 85 %). Выбор свинины и птицы как приоритетных позволил устойчиво закрывать внутренние потребности и снижать зависимость от импорта. Отрасль скотоводства более капиталоемкая, требует значительных инвестиций в развитие племенной базы и специализированные откормочные площадки. Есть риск, что без целенаправленной господдержки темпы роста будут отставать от других видов мяса. Поэтому более реально производить мясные фарши из смеси мяса говядины и свинины или говядины и птицы, или говядины, свинины и птицы. В среднесрочной перспективе такие купажи могут обеспечить выполнение целевого показателя потребления мясной продукции в год на человека при разработке новых кулинарных изделий из мяса с заданными потребительскими свойствами. В этой связи разработаны пищевые системы на основе мяса говядины 2 сорта, свиной грудинки и ло-

патки, охлажденной птицы. Для повышения реологических характеристик мясных рубленых полуфабрикатов, связанных с порционированием, формованием и панированием, рецептуры фаршей были скорректированы путем введения растительных ингредиентов. Моделирование рецептов осуществлялось методом симплекс-решётчатого планирования при помощи диаграммы «состав-свойство» Шеффе. В пищевые системы рекомендовано добавлять различных виды растительного сырья: свежие измельченные кабачки, картофель, капусту белокочанную, лук репчатый, чеснок, морковь, а также замоченный в воде нут и припущенный круглозерный шлифованный рис или ячневую крупу, что позволило получить композиции фарша для мясных полуфабрикатов с заданными характеристиками вкуса и аромата продукции глубокой переработки. Для улучшения пластичности и мясного аромата в фарш добавляли куриную кожу. Оптимальной рецептурой обладал образец № 6, состоящий из бинарной системы говядина : свинина : кабачок в соотношении 1 : 1 : 0,5. Выявлено практическое влияние круп и овощей на технологические и органолептические свойства сырых и термообработанных изделий. Выбранное дополнительное сырье позволяет повысить влаго-связывающую, влагоудерживающую способность и вязкость фарша и улучшает его пластичность. Улучшение структурно-механических характеристик мясного фарша позволяет использовать котлетоформовоч-

ные аппараты в технологии производства мясных котлет. На основании комплексных исследований были установлены рецептуры, наиболее полно сбалансированные по органолептическим показателям, пищевой и энергетической ценности и обладающие мясным запахом и насыщенным ароматом. Все восемь вариантов рецептов отличались высокой концентрацией мясного компонента (60,7-75,7 %), включали овощные добавки (18,5-23,5 %) и 0,8 % специй.

Полуфабрикаты овально-приплюснутой или круглой формы (котлеты) в охлажденном виде (0-4 °C) или замороженные до -18 °C, упакованные под вакуумом в регулируемой газовой среде в герметичные полиэтиленовые пакеты, подвергали хранению от 7 до 90 суток.

Совокупность литературных данных и собственных результатов убедительно демонстрирует, что синергетический эффект растительных антиоксидантов в системе с мясным сырьём обеспечивает более выраженное ингибирование окисления липидов, чем действие отдельных компонентов. Причем торможение окислительных процессов как в полуфабрикатах, так и в готовых изделиях осуществляется практически одинаково. Это открывает перспективы для разработки более эффективных и безопасных функциональных мясных продуктов. Полученные результаты продолжительности хранения разработанных образцов соответствуют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Consumer expectation and perception of ready-to-eat hybrid chicken-vegetable patty / Aviles M.V. [et al.] // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2024. Vol. 35. P. 100847.
2. Елисеева Т. Польза брокколи: Топ-10 доказанных полезных свойств // Журнал здорового питания и диетологии. 2022. Т. 20, № 2. С. 172. DOI: 10.59316/.vi20.172.

3. Antitumor activity of *Pleurotus ostreatus* polysaccharide fractions on Ehrlich tumor and Sarcoma 180 / Facchini J.M. [et al.] // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2014. Vol. 68. P. 72-77.
4. Antitumor activity of polysaccharide extracted from *Pleurotus ostreatus* mycelia against gastric cancer in vitro and in vivo / Cao X.Y. [et al.] // *Molecular Medicine Reports*. 2015. Vol. 12, No. 2. P. 2383-2389.
5. Metabolic effects of sulforaphane oral treatment in streptozotocin-diabetic rats / De Souza C.G. [et al.] // *J. Med. Food*. 2012. Vol. 15, No. 9. P. 795-801.
6. Dietary sulforaphane in cancer chemoprevention: the role of epigenetic regulation and HDAC inhibition / Tortorella S.M. [et al.] // *Antioxidants & Redox Signaling*. 2014. Vol. 22, No. 16. P. 1382-1424.
7. Белякова Т.Н., Забодалова Л.А. Исследование влияния водного экстракта сульфорафана на показатели качества ферментированного продукта // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств*. 2019. № 3. С. 52-61. DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-3-52-61.
8. Дамодорян Ш., Паркин К.Л., Финнема О.Р. *Химия пищевых продуктов*. СПб.: Профессия, 2012. 1040 с.
9. Артемьева А.М., Фатеев Д.А. Томат. Ботаническое описание. 18.09. 2023 г. 13:34 (GMT+3) [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/c/tomat-4fc6a7>. Дата обращения 16.06.2026.
10. Способ получения экстракта перца красного жгучего: патент SU379258A1 / А.Н. Катюжанска; заявл. 16.08.1971; опубл. 20.04.1973.
11. Comprehensive fruit quality assessment and identification of aroma-active compounds in green pepper (*Capsicum annuum* L.) / Zhang J. [et al.] // *Front. Nutr.* 2023. No. 9. P. 1027605. DOI: 10.3389/fnut.2022.1027605.
12. Основные принципы формирования вкусо-ароматических свойств мясных продуктов при использовании мяса хряков / Н.М. Ревуцкая [и др.] // *Все о мясе*. 2019. № 3. С. 26-28. DOI: 10.21323/2071-2499-2019-3-26-28.
13. Литвинов С.С. *Научные основы современного овощеводства*. М.: Всероссийский НИИ овощеводства, 2008. 771 с.
14. *Vegetable production: fundamentals and innovations* / Sharma A. [et al.] // *Stella International Publication*. 2024. ISBN: 78-81-978397-3-3.
15. Advancing horizons in vegetable cultivation: a journey from ageold practices to high-tech greenhouse cultivation – a review / Ahmed N. [et al.] // *Front. Plant Sci.* 2024. No. 15. P. 1357153. DOI: 10.3389/fpls.2024.1357153.
16. Васюкова А.Т., Эдварс Р.А., Васюков М.В. Влияние состава сырья на качество мясоовощных полуфабрикатов для детей // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2021. Т. 83, № 4 (90). С. 148-153.
17. *Сборник рецептов и кулинарных изделий для предприятий общественного питания* / сост. Л.Е. Голунова. СПб.: Профикс, 2003. 408 с.
18. Ахмадиев Ф.Г., Гильфанов Р.М. Математическое моделирование и оптимизация «состав-свойство» многокомпонентных смесей // *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2012. № 2 (20). С. 289-297.
19. Use of vegetables as nutritional food: role in human health / Hanif R. [et al.] // *Journal of Agricultural and Biological Science*. 2006. Т. 1, No. 1. P. 18-22.
20. Мясные продукты с растительными добавками для здорового питания / Васюкова А.Т. [и др.] // *Пищевая промышленность*. 2019. №. 10. С. 15-19.
21. Тягушева А.А. Перспективные способы хранения плодовоовощной продукции // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2022. № 74. С. 187-203.
22. Меренкова С.П., Лукин А.А. Технологическое обоснование применения растительных добавок в рецептуре мясных полуфабрикатов // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2016. Т. 4, № 3. С. 29-35. DOI: 10.14529/food160304.

REFERENCES

1. Consumer expectation and perception of ready-to-eat hybrid chicken-vegetable patty / Aviles M.V. [et al.] // *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2024. Vol. 35. P. 100847.

2. Eliseeva, T. Benefits of broccoli: Top 10 proven beneficial properties // *Journal of Healthy Nutrition and Dietetics*. 2022. Vol. 20, No. 2. P. 172. DOI: 10.59316/vi20.172. [In Russ.].
3. Antitumor activity of *Pleurotus ostreatus* polysaccharide fractions on Ehrlich tumor and Sarcoma 180 / Facchini J.M. [et al.] // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2014. Vol. 68. P. 72-77.
4. Antitumor activity of polysaccharide extracted from *Pleurotus ostreatus* mycelia against gastric cancer in vitro and in vivo / Cao X.Y. [et al.] // *Molecular Medicine Reports*. 2015. Vol. 12, No. 2. P. 2383-2389.
5. Metabolic effects of sulforaphane oral treatment in streptozotocin-diabetic rats / De Souza C.G. [et al.] // *J. Med. Food*. 2012. Vol. 15, No. 9. P. 795-801.
6. Dietary sulforaphane in cancer chemoprevention: the role of epigenetic regulation and HDAC inhibition / Tortorella S.M. [et al.] // *Antioxidants & Redox Signaling*. 2014. Vol. 22, No. 16. P. 1382-1424.
7. Belyakova T.N., Zabodalova L.A. Study of the effect of aqueous extract of sulforaphane on the quality indicators of a fermented product // *Scientific journal of NRU ITMO. Series: Processes and equipment of food production*. 2019. No. 3. P. 52-61. DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-3-52-61. [In Russ.].
8. Damodoryan Sh., Parkin K.L., Finnema O.R. *Chemistry of food products*. St. Petersburg: Profession, 2012. 1040 p. [In Russ.].
9. Artemyeva A.M., Fateev D.A. Tomato. Botanical description. September 18, 2023, 1:34 PM (GMT+3) [Electronic resource]. URL: <https://bigenc.ru/c/tomat-4fc6a7>. Date of access: June 16, 2026. [In Russ.].
10. Method for obtaining red hot pepper extract: patent SU379258A1 / A.N. Katyzhanskaya; declared August 16, 1971; published April 20, 1973. [In Russ.].
11. Comprehensive Fruit Quality Assessment and Identification of Aroma-Active Compounds in Green Pepper (*Capsicum annuum* L.) / Zhang J. [et al.] // *Front. Nutr.* 2023. No. 9. P. 1027605. DOI: 10.3389/fnut.2022.1027605.
12. Basic principles of forming the flavor and aroma properties of meat products using boar meat / N.M. Revutskaya [et al.] // *All about meat*. 2019. No. 3. P. 26-28. DOI: 10.21323/2071-2499-2019-3-26-28. [In Russ.].
13. Litvinov S.S. *Scientific foundations of modern vegetable growing*. Moscow: All-Russian Research Institute of Vegetable Growing, 2008. 771 p. [In Russ.].
14. *Vegetable production: fundamentals and innovations* / Sharma A. [et al.] // Stella International Publication. 2024. ISBN: 78-81-978397-3-3.
15. Advancing horizons in vegetable cultivation: a journey from ageold practices to high-tech greenhouse cultivation – a review / Ahmed N. [et al.] // *Front. Plant Sci.* 2024. No. 15. P. 1357153. DOI: 10.3389/fpls.2024.1357153.
16. Vasyukova A.T., Edvars R.A., Vasyukov M.V. Influence of raw material composition on the quality of semi-finished meat and vegetable products for children // *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021. Vol. 83, No. 4 (90). P. 148-153. [In Russ.].
17. *Collection of recipes and culinary products for catering establishments* / compiled by L.E. Golunova. St. Petersburg: Profiks, 2003. 408 p. [In Russ.].
18. Akhmadiev F.G., Gilfanov R.M. Mathematical modeling and optimization of the “composition-property” relationship of multicomponent mixtures // *Bulletin of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering*. 2012. No. 2 (20). P. 289-297. [In Russ.].
19. Use of vegetables as nutritional food: role in human health / Hanif R. [et al.] // *Journal of Agricultural and Biological Science*. 2006. Vol. 1, No. 1. P. 18-22.
20. Meat products with plant additives for a healthy diet / Vasyukova A.T. [et al.] // *Food industry*. 2019. No. 10. P. 15-19. [In Russ.].
21. Tyagushcheva A.A. Promising methods for storing fruit and vegetable products // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. 2022. No. 74. P. 187-203. [In Russ.].
22. Merenkova S.P., Lukin A.A. Technological substantiation of the use of plant additives in the formulation of semi-finished meat products // *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2016. Vol. 4, No. 3. P. 29-35. DOI: 10.14529/food160304. [In Russ.].

Информация об авторах / Information about the authors

Васюкова Анна Тимофеевна, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского» (Университет Вернадского); 143900, Российская Федерация, г. Балашиха, ул. шоссе Энтузиастов, 50; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова»; 109992, Российская Федерация, г. Москва, Стремянный переулок, 36, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>, e-mail: vasyukova-at@yandex.ru

Любимова Кристина Владимировна, аспирант, базовая кафедра индустрии качества, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова»; 109992, Российская Федерация, г. Москва, Стремянный переулок, 36, e-mail: kristinalyubimova83@yandex.ru

Эдварс Ростислав Анатольевич, соискатель, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского» (Университет Вернадского); 143900, Российская Федерация, г. Балашиха, ул. шоссе Энтузиастов, 50, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9290-8619>, e-mail: rostislave@mail.ru

Иванов Алексей Федорович, аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского» (Университет Вернадского); 143900, Российская Федерация, г. Балашиха, ул. шоссе Энтузиастов, 50, e-mail: tugr122@mail.ru

Меретукова Фатима Нурбиевна, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Майкопский государственный технологический университет»; 385000, Российская Федерация, г. Майкоп, Первомайская ул., 191, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4545-9272>

Anna T. Vasyukova, Dr Sci. (Eng.), Professor, Russian State University of National Economy named after V.I. Vernadsky (Vernadsky University); 143900, the Russian Federation, Balashikha, 50 Shosse Entuziastov St., Plekhanov Russian University of Economics; 109992, the Russian Federation, Moscow, 36 Stremyanny Lane, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7374-4145>, e-mail: vasyukova-at@yandex.ru

Kristina V. Lyubimova, Postgraduate student, the Department of Quality Industry, Plekhanov Russian University of Economics; 109992, the Russian Federation, Moscow, 36 Stremyanny Lane, e-mail: kristinalyubimova83@yandex.ru

Rostislav A. Edvars, Applicant, Russian State University of National Economy named after V.I. Vernadsky (Vernadsky University); 143900, the Russian Federation, Balashikha, 50 Shosse Entuziastov St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9290-8619>, e-mail: rostislave@mail.ru

Aleksey F. Ivanov, Postgraduate student, Russian State University of National Economy named after V.I. Vernadsky (Vernadsky University), 143900, the Russian Federation, Balashikha, 50 Shosse Entuziastov St., e-mail: tigr122@mail.ru

Fatima N. Meretukova, Associate Professor, Maykop State Technological University; 385000, the Russian Federation, Maikop, 191 Pervomayskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4545-9272>

Заявленный вклад авторов

Васюкова Анна Тимофеевна – разработка методики исследования, валидация данных.

Любимова Кристина Владимировна – проведение эксперимента.

Эдварс Ростислав Анатольевич – подбор литературных источников.

Иванов Алексей Федорович – подбор методик и проведение эксперимента.

Меретукова Фатима Нурбиевна – оформление статьи по требованиям журнала.

Claimed contribution of the authors

Anna T. Vasyukova – the research methodology development, data validation.

Kristina V. Lyubimova – conducting the experiment.

Rostislav A. Edvars – literature review.

Aleksey F. Ivanov – method selection and conducting the experiment.

Fatima N. Meretukova – article formatting according to the Journal requirements.

Поступила в редакцию 26.06.2026

Поступила после рецензирования 29.07.2026

Принята к публикации 31.07.2026

Received 26.06.2026

Revised 29.07.2026

Accepted 31.07.2026