





Обогащение рубленых полуфабрикатов в оболочке комплексом пребиотических пищевых волокон

Вероника В. Васильева ¹	buzowa.veronika@ya.ru	
Валентина Н. Храмова ^{1,2}	hramova_vn@mail.ru	 0000-0002-0062-3211
Ольга А. Княжеченко ²	knyzhechenko71@gmail.com	 0000-0003-1508-2179
Кирилл А. Лубчинский ¹	lubkirill@mail.ru	





1 Волгоградский государственный технический университет, пр. им. В. И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия

2 Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции, ул. Рокоссовского, 6, г. Волгоград, 400131, Россия

Аннотация. Современные тенденции в мясоперерабатывающей промышленности направлены на создание продуктов с пониженным содержанием жира и обогащённых пищевыми волокнами. В настоящей работе исследована эффективность применения растворимого кукурузного волокна «ИнтенсФлор» и его комбинации с инулином в технологии рубленых свиных купат. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: разработать рецептуру опытных образцов; определить функционально-технологические (ВСС, ЖУС, ВУС, потери при термообработке, выход), физико-химические и органолептические показатели; оценить влияние добавок на pH и перекисное число жира, а также выявить синергетический эффект комбинации компонентов. Контрольный образец изготавливали без добавок, образец КВ содержал только кукурузное волокно, образец КВ+И – комбинацию исследуемых добавок (кукурузное волокно и инулин). Проведение лабораторных исследований осуществляли по стандартизованным методикам. Установлено, что образец с кукурузным волокном обеспечил увеличение водосвязывающей способности на 10,8% ($p < 0,001$), жиродерживающей – на 13,8% ($p < 0,001$), снижение потерь при термообработке на 6,3% ($p < 0,001$) и повышение выхода готовой продукции на 6,3% ($p < 0,001$) по сравнению с контролем. Добавление инулина усилило эффект: водосвязывающая способность возросла на 15,1% ($p < 0,001$), жиродерживающая – на 18,1% ($p < 0,001$), потери сократились на 8,9% ($p < 0,001$), выход увеличился на 8,9% ($p < 0,001$). Содержание жира в образце КВ+И снизилось на 4,7% ($p < 0,001$), калорийность – на 41 ккал/100 г ($p < 0,001$). Таким образом, предложенная комплексная добавка не только улучшает технологические и сенсорные характеристики купат, но и увеличивает устойчивость жира к окислению, продлевая потенциальный срок хранения продукта.

Ключевые слова: растворимые кукурузные волокна; инулин; купаты рубленые; пребиотики; функциональные мясные продукты; синергия.

Enrichment of chopped semi-finished products in a shell with a complex of prebiotic dietary fibers

Veronica V. Vasilyeva ¹	buzowa.veronika@ya.ru	
Valentina N. Khramova ^{1,2}	hramova_vn@mail.ru	 0000-0002-0062-3211
Olga A. Knyazhechenko ²	knyzhechenko71@gmail.com	 0000-0003-1508-2179
Kirill A. Lubchinsky ¹	lubkirill@mail.ru	

1 Volgograd State Technical University, V. I. Lenin Ave., 28, Volgograd, 400005, Russia

2 Volga Scientific Research Institute of Meat and Dairy Products Production and Processing, 6 Rokossovskiy St., Volgograd, 400131, Russia

Abstract. Current trends in the meat processing industry are aimed at creating products with reduced fat content and enriched with dietary fiber. In this work, the efficiency of using soluble corn fiber "IntensFlor" and its combination with inulin in the technology of chopped pork product was investigated. To achieve this goal, the following tasks were set: develop a recipe for pilot samples; determine functional and technological (water content, fat content, water content, losses during heat treatment, yield), physicochemical and organoleptic indicators; evaluate the effect of additives on pH and peroxide value of fat, and identify the synergistic effect of the combination of components. The control sample was prepared without additives, the CF sample contained only corn fiber, the CF+I sample contained a combination of the studied additives (corn fiber and inulin). Laboratory studies were carried out according to standardized methods. It was found that the sample with corn fiber provided an increase in water-binding capacity by 10.8% ($p < 0.001$), fat-retaining capacity by 13.8% ($p < 0.001$), a decrease in losses during heat treatment by 6.3% ($p < 0.001$) and an increase in the yield of finished products by 6.3% ($p < 0.001$) compared to the control. The addition of inulin enhanced the effect: water-binding capacity increased by 15.1% ($p < 0.001$), fat-retaining capacity by 18.1% ($p < 0.001$), losses decreased by 8.9% ($p < 0.001$), and the yield increased by 8.9% ($p < 0.001$). The fat content in the CF+I sample decreased by 4.7% ($p < 0.001$), and the caloric content by 41 kcal/100 g ($p < 0.001$). Thus, the proposed complex additive not only improves the technological and sensory characteristics of the sausages, but also increases the resistance of fat to oxidation, extending the potential shelf life of the product.

Keywords: soluble corn fibers; inulin; minced cutlets; prebiotics; functional meat products; synergy.

Для цитирования

Васильева В.В., Храмова В.Н., Княжеченко О.А., Лубчинский К.А. Обогащение рубленых полуфабрикатов в оболочке комплексом пребиотических пищевых волокон // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 2. С. 297–304. doi:10.20914/2310-1202-2026-2-297-304

For citation

Vasilyeva V.V., Khramova V.N., Knyazhechenko O.A., Lubchinsky K.A. Enrichment of chopped semi-finished products in a shell with a complex of prebiotic dietary fibers. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 2. pp. 297–304. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-2-297-304

Введение

Одним из приоритетных векторов развития мясоперерабатывающей отрасли является проектирование продуктов питания с заданными нутрициологическими характеристиками, в частности, обогащённых пребиотическими пищевыми волокнами. Актуальность данного направления обусловлена не только необходимостью коррекции технологических параметров мясных систем – повышения влаго- и жиросвязывающей способности, увеличения выхода готовой продукции, – но и востребованностью функциональных изделий, способствующих поддержанию здоровья потребителя.

Известно, что растворимые пищевые волокна в целом способны снижать энергетическую ценность продукта и улучшать его структуру и эмульсию. Исследования подтверждают, что применение, например, инулина, в мясных системах способствует повышению влагоудерживающей способности, стабилизации эмульсии и формированию эластичной консистенции. Он также способен образовывать гель, схожий по структуре с жиром, что позволяет снижать содержание жира до 50% без потери потребительских качеств. Современные исследования предлагают его использование в составе олеогелей, где комплексы коллаген-инулин формируют равномерную плотную структуру, эффективно снижая потери при варке и улучшая стабильность хранения мясных продуктов [1–3].

Инулин является одним из наиболее изученных и широко применяемых пребиотических пищевых волокон в технологии мясных продуктов. Как показано в работах Ряхимова и др., 2021; Keenan et al., 2014 [3, 4], он эффективно замещает до 10–30% животного жира, повышает водо- и жирудерживающую способность, а также придаёт продукту функциональные свойства. Однако моноиспользование инулина имеет ограничения: при дозировках выше 15% в продукте значительно увеличивается твёрдость, снижается нежность [4], а при 25% ухудшаются реологические показатели и появляется избыточный сладковатый привкус [5].

В связи с этим весьма актуальным является комбинирование инулина с другими видами растворимых пищевых волокон. Такой подход позволяет:

- снизить негативное влияние высоких доз инулина на текстуру и органолептические показатели за счёт синергизма волокон с разной молекулярной массой и степенью гелеобразования;
- расширить спектр функциональных свойств – например, дополнительно повысить вязкость, эмульгирующую способность или пребиотический эффект;

- улучшить технологические показатели (ВУС, ЖУС, стабильность эмульсии) при сохранении или даже снижении общей доли жира.

Ранее нами было доказано, что растворимое кукурузное «ИнтенсФлор» эффективно улучшает влаго- и жиросвязывание в рубленых полуфабрикатах из мяса птицы [6]. Однако остаётся неизученным его совместное применение с другим важным пребиотиком – инулином, особенно в фаршевых системах на основе красного мяса.

В то время как большинство исследований сосредоточены на замене жира инулином или другими волокнами по отдельности, данные о совместном внесении инулина и дополнительных растворимых пищевых волокон в мясные рубленые полуфабрикаты остаются фрагментарными. Как сообщают исследователи [6], эффективность пищевых волокон в мясе можно усилить, если они создают благоприятную среду для метаболитов полезной микрофлоры (постбиотиков). Комбинация инулина с другими пищевыми волокнами может не только улучшить текстуру, но и повлиять на микробиологическую безопасность и срок хранения продукта. Исследования показывают, что комбинирование инулина с другими видами растительных волокон (соевых, рисовых, овсяных) успешно решает задачу минимизации потерь пребиотических соединений в процессе варки. Таким образом, несмотря на известные преимущества использования пищевых волокон в мясных продуктах, остаётся неизученной синергия растворимого кукурузного волокна «ИнтенсФлор» и инулина в системах на основе красного мяса.

Цель работы – обосновать эффективность применения комплексной текстурирующей добавки на основе растворимого кукурузного волокна «ИнтенсФлор» и инулина в технологии рубленых купат из свинины в оболочке.

Материалы и методы

Исследования по применению растворимых кукурузных волокон в сочетании с инулином в качестве структурообразующих и влагоудерживающих компонентов проведены в учебно-научном центре «Технолог» кафедры технологии пищевых производств ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет (г. Волгоград).

Объектами исследований служили контрольный и 2 опытных образца рубленых полуфабрикатов (купат в оболочке) следующего состава, кг на 100 кг основного сырья: свинина полужирная – 30, свинина жирная – 30, изолят нутовой гидратированный – 5, эмульсия из свиной шкурки – 15, диафрагма свиная – 20. Технология

изготовления опытных образцов включала традиционные операции подготовки сырья, его измельчение и фаршесоставление согласно рецептуре.

Опытные образцы отличались по составу вносимых функциональных ингредиентов. При производстве образцов дополнительно вводили растворимое кукурузное волокно «ИнтенсФлор» (ООО «НьюБио», Волгоградская область) и инулин (ООО «СВИТБИОФУД», г. Москва) в следующих комбинациях:

- образец КВ – только кукурузное волокно в количестве 3,0 кг;
- образец КВ + И – комбинация кукурузного волокна – 3,0 кг и инулина – 3,0 кг.

Для обеспечения стабильной эмульсии и повышения влагосвязывающей способности фарша использовали изолят нутевого белка марки NutriPro (ООО «ОКА-ФУД», Воронежская область, Россия), который гидратировали в соотношении 1:4 перед внесением в фарш. Выбор данного продукта обусловлен его высокой эмульгирующей способностью и нейтральным вкусом, что подтверждено технической документацией производителя. Для обеспечения технологического процесса дополнительно вводили воду (лёд) в количестве 10 л. Рецептура предусматривала также внесение соли пищевой (1,8 кг), перца чёрного молотого (0,15 кг), чеснока свежего в виде пасты (0,5 кг) и паприки сладкой (0,2 кг). Контрольный образец вырабатывали по аналогичной рецептуре, но без внесения пищевых волокон.

Проведение лабораторных исследований осуществляли по стандартизованным методикам. Водосвязывающую способность (ВСС) исходного фарша определяли методом прессования по Грау-Хамма в модификации ВНИИМП, основанном на измерении площади влажного пятна, образовавшегося при прессовании навески фарша между слоями фильтровальной бумаги. Жироудерживающую способность (ЖУС) оценивали методом центрифугирования, взвешивая образец до и после удаления выделившегося жира. Влагоудерживающую способность (ВУС) и потери при термообработке определяли путём взвешивания образцов до и после термической обработки и рассчитывали как разницу масс. Выход готового продукта вычисляли как разность между 100% и потерями при термообработке.

Массовую долю влаги устанавливали методом высушивания в сушильном шкафу при температуре $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ в соответствии с ГОСТ 9793–2016. Массовую долю белка

определяли по методу Кьельдаля в соответствии с ГОСТ 25011–2017. Массовую долю жира определяли методом Сокслета в соответствии с ГОСТ 23042–2015. Массовую долю золы устанавливали по ГОСТ 31727–2012 путём озоления пробы в муфельной печи. Энергетическую ценность (калорийность) вычисляли с использованием установленных коэффициентов.

Органолептическую оценку готовых образцов проводили в соответствии с ГОСТ 9959–2015. Активную кислотность (рН) измеряли потенциометрическим методом с помощью рН-метра в водной вытяжке из образца. Перекисное число, характеризующее степень окисления жира, определяли титриметрическим методом в соответствии с ГОСТ 26593–85.

Достоверность результатов обеспечивалась пятикратным повторением ($n = 5$). Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента-Фишера при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

На первом этапе была произведена выработка опытной партии рубленых купат согласно разработанным рецептурам. Внешний вид готовых охлаждённых образцов представлен на рисунке 1. Визуально все купаты имели правильную батанообразную форму, чистую сухую поверхность без разрывов оболочки.



Рисунок 1. Экспериментальные образцы купат в оболочке
Figure 1. Experimental samples of minced sausages in casing

Для оценки эффективности вносимых добавок были определены ключевые функционально-технологические характеристики фарша и готовых купат: водосвязывающая способность (ВСС), жироудерживающая способность (ЖУС), влагоудерживающая способность (ВУС) после термообработки, а также потери при термообработке и выход готового продукта. Эти показатели позволят прогнозировать сочность, нежность и качество готовых купат. Полученные результаты систематизированы в таблице 1.

Таблица 1.
Функционально-технологические показатели опытных образцов (M ± SD, n = 5)

Table 1.

Functional and technological indicators of experimental samples (M ± SD, n = 5)

Показатель Indicator	Образец Sample		
	Контроль Control	КВ CF	КВ + И CF + I
Водосвязывающая способность (ВСС), % Water-binding capacity, %	71,3 ± 1,2	82,1 ± 1,1 *	86,4 ± 1,0 *
Жироудерживающая способность (ЖУС), % Fat-holding capacity, %	73,8 ± 1,4	87,6 ± 1,3 *	91,9 ± 1,1 *
Влагоудерживающая способность (ВУС), % Moistureholding capacity, %	68,5 ± 1,5	83,4 ± 1,2 *	88,7 ± 1,3 *
Потери при термообработке, % Loss during heat treatment, %	15,2 ± 1,1	8,9 ± 0,8 *	6,3 ± 0,7 *
Выход готового продукта, % Product yield, %	84,8 ± 1,1	91,1 ± 0,8 *	93,7 ± 0,7 *

Здесь и далее: † – p<0,05; * – p<0,01; ‡ – p<0,001

В ходе исследований установлено, что образец с кукурузным волокном (КВ) превосходит контроль по водосвязывающей способности на 10,8% (p < 0,001), по жироудерживающей – на 13,8% (p < 0,001), по влагоудерживающей после термообработки – на 14,9% (p < 0,001). Полученное нами улучшение водосвязывающей способности в опытных образцах может быть объяснено результатами исследований [9]. Авторами показано, что в процессе термообработки мясного фарша крахмальные кукурузные зерна клейстеризуются, разрушая свою первоначальную структуру и набухая, что способствует удержанию влаги, напрямую коррелируя с повышением выхода готовой продукции. Потери при термообработке снизились на 6,3% (p < 0,001) в группе КВ, и на 8,9% (p < 0,001) в группе КВ + И, а выход готовой продукции увеличился на 6,3 и 8,9% (p < 0,001) относительно контроля соответственно. Комбинация кукурузного волокна и инулина (КВ + И) обеспечила более выраженные изменения: водосвязывающая способность возросла на 15,1% (p < 0,001), жироудерживающая – на 18,1% (p < 0,001), влагоудерживающая – на 20,2% (p < 0,001). Полученные данные согласуются с результатами наших предыдущих исследований по применению растворимого кукурузного волокна «ИнтенсФлор» в мясных полуфабрикатах [6], а также коррелируют с выводами о высокой влаго- и жиросвязывающей способности кукурузных волокон и инулина в мясных системах [3, 8, 10]. Таким образом, комбинация волокон позволяет минимизировать потери влаги и жира при термообработке более эффективно, чем использование только кукурузного волокна.

Органолептическую оценку готовых изделий проводили по 5-балльной шкале, учитывая внешний вид, цвет на разрезе, консистенцию (нежность, сочность), запах и вкус. Полученные результаты систематизированы на рисунке 2, отражающем сравнительную характеристику образцов по каждому из показателей.

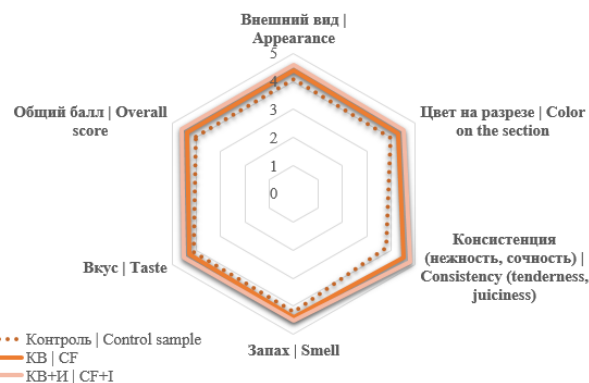


Рисунок 2. Результаты органолептической оценки образцов купат

Figure 2. Results of organoleptic evaluation of minced sausages in casing samples

Органолептическая оценка выявила, что образец КВ превосходит контроль по консистенции (с 3,8 до 4,5 балла, p < 0,01), внешнему виду и цвету на разрезе (с 4,1 и 4,0 до 4,4 и 4,3 балла соответственно, p < 0,05). По показателям вкуса и запаха достоверных отличий выявлено не было. Образец КВ + И продемонстрировал наилучшие результаты в сравнении и с контролем, и с образцом КВ. Таким образом, введение инулина в комбинации с кукурузным волокном обеспечивает улучшение практически всех сенсорных характеристик, в частности консистенции и вкуса. Полученные данные коррелируют с ранее опубликованными результатами для рубленых полуфабрикатов, обогащённых растительными волокнами [6, 11].

Для характеристики пищевой ценности разработанных купат был определён их макронутриентный состав, включая массовую долю влаги, белка, жира, золы и углеводов. На основе этих данных рассчитана энергетическая ценность. Сравнительный анализ физико-химических показателей представлен в таблице 2.

Таблица 2.

Физико-химический состав и калорийность готовых купат ($M \pm SD$, $n = 5$)

Table 2.

Physical and chemical composition and calorie content of minced sausages in casing ($M \pm SD$, $n = 5$)

Показатель / Indicator	Образец Sample		
	Контроль Control	КВ CF	КВ + И CF + I
Массовая доля влаги, % Mass fraction of moisture, %	58,2 ± 0,9	62,5 ± 0,8 *	64,1 ± 0,7 †
Массовая доля белка, % Mass fraction of protein, %	15,4 ± 0,5	14,8 ± 0,4	14,5 ± 0,4
Массовая доля жира, % Mass fraction of fat, %	18,5 ± 0,7	15,2 ± 0,6 *	13,8 ± 0,5 †
Массовая доля золы, % Mass fraction of ash, %	2,1 ± 0,1	2,9 ± 0,1 *	3,1 ± 0,1 †
Углеводы (по разнице), % Mass fraction of carbohydrates (by difference), %	5,8 ± 0,4	4,6 ± 0,3 *	4,5 ± 0,3 *
Энергетическая ценность, ккал/100 г Energy value, kcal/100 g	267 ± 8	239 ± 7 *	226 ± 6 †

Исследование физико-химического состава выявило, что образец КВ характеризовался увеличением массовой доли влаги на 4,3% ($p < 0,01$), снижением содержания жира на 3,3% ($p < 0,01$) и калорийности на 28 ккал/100 г ($p < 0,01$) по сравнению с контролем, при этом содержание белка не изменилось. Зольность повысилась на 0,8% ($p < 0,01$). Для образца КВ + И отмечено: увеличение влаги (на 5,9%, $p < 0,001$), снижение жира (на 4,7%, $p < 0,001$) и калорийности (на 41 ккал/100 г, $p < 0,001$). Зольность возросла на 1,0% ($p < 0,001$). Аналогичные изменения нутриентного профиля (рост влаги, снижение жира и калорийности) при внесении

растительных пищевых волокон отмечены в работах [5, 12], что подтверждает общую закономерность влияния таких добавок на мясные системы. Наше исследование также демонстрирует, что комбинация с инулином усиливает этот эффект.

Влияние пищевых волокон на ход технологических и окислительных процессов оценивали по двум дополнительным критериям: активной кислотности (рН) готового продукта и перекисному числу жира, характеризующему степень его окисления. Полученные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Показатели качества жира и активной кислотности купат ($M \pm SD$, $n = 5$)

Table 3.

Indicators of fat quality and acidity of minced sausages in casing ($M \pm SD$, $n = 5$)

Показатель / Indicator	Образец Sample		
	Контроль Control	КВ CF	КВ + И CF + I
рН	5,98 ± 0,05	5,96 ± 0,04	5,93 ± 0,04
Перекисное число, ммоль акт. кислорода/кг Peroxide value, mmol active oxygen/kg	4,2 ± 0,3	2,8 ± 0,2 *	2,1 ± 0,2 †

Как видно из таблицы 3, значения рН всех образцов находились в узком диапазоне без статистически значимых различий, что свидетельствует о стабильности кислотности продукта при внесении добавок. Перекисное число жира в опытных образцах достоверно снижалось, причём максимальный антиоксидантный эффект наблюдался при совместном использовании инулина и кукурузного волокна (образец КВ + И). Эффективность полисахаридов в мясных системах отмечена в работе [13], а выявленное антиоксидантное действие пищевых волокон подтверждается исследованиями [14, 15].

Заключение

В ходе исследований установлено, что введение растворимого кукурузного волокна «ИнтенсФлор» значительно улучшает технологические свойства свиных купат – повышает влаго- и жиросвязывание, снижает потери при варке, увеличивает выход готового продукта и уменьшает его жирность. Дополнительное внесение

инулина усиливает этот эффект: комбинация двух волокон обеспечивает наилучшие показатели сочности, нежности и выхода, а также максимальное снижение калорийности. Преимущество комбинации объясняется синергией гелеобразующих свойств инулина и влагоудерживающей способности кукурузного волокна, что обеспечивает более стабильную эмульсию и минимальные потери при термообработке. Таким образом, разработанная композиция может быть рекомендована для производства функциональных мясных изделий с пониженным содержанием жира.

Благодарности

Авторы выражают благодарность руководству ООО «НьюБио» (Волгоградская область, Алексеевский район, х. Шарашенский) за предоставленную на безвозмездной основе продукцию для проведения научно-исследовательских работ в рамках соглашения о социальном партнерстве и сотрудничестве.

Литература

- 1 Kheto A., Bist Y., Awana A., Kaur S., Kumar Y., Sehrawat R. Utilization of inulin as a functional ingredient in food: processing, physicochemical characteristics, food applications, and future research directions // *Food Chemistry Advances*. 2023. Vol. 3. Article 100443. doi: 10.1016/j.focha.2023.100443
- 2 Ильина Н.М., Дроздова Н.А., Рындина Ю.В. Новая многофункциональная добавка белок-полисахаридной природы для мясоперерабатывающего производства // *Вестник Воронежской государственной технологической академии*. 2010. № 3 (45). С. 59–62.
- 3 Ряхимов Р.Р. и др. Инулин как основа создания гетерогенной композиции для использования в технологии мясных продуктов пониженной калорийности // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2021. Т. 83. № 4. С. 219–225. doi: 10.20914/2310-1202-2021-4-219-225
- 4 Keenan D.F., Resconi V.C., Kerry J.P., Hamill R.M. Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach // *Meat Science*. 2014. Vol. 96. No. 3. P. 1384–1394. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.11.025
- 5 Муравьева Н.А., Байдалинова Л.С., Степанцова Г.Е. Исследование влияния гидратированного порошка топинамбура на функционально-технологические и реологические показатели мясного фарша для рубленых полуфабрикатов // *Известия КГТУ*. 2024. № 73. С. 67–81.
- 6 Храмова В.Н., Васильева В.В., Княжеченко О.А., Лубчинский К.А., Васильев А.В. Растворимые пищевые волокна «ИнтенсФлор» в технологии полуфабрикатов из мяса птицы // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2025. Т. 87. № 3. С. 184–190. doi: 10.20914/2310-1202-2025-3-184-190
- 7 Jin D.-X., Zou G.-P., Liu R., Wu M.-G., Ge Q.-F., Yu H. Perspectives on the role of postbiotics in meat and meat products: current status and future trends // *Meat Science*. 2026. Vol. 232. Article 109978. doi: 10.1016/j.meatsci.2025.109978
- 8 Jiao Y., Chen H.-D., Han H., Chang Y. Development and utilization of corn processing by-products: a review // *Foods*. 2022. Vol. 11. No. 22. Article 3709. doi: 10.3390/foods11223709
- 9 Черепанова Н.Г., Просекова Е.А., Семак А.Э. и др. Влияние различных температурных воздействий на микроструктуру кукурузного крахмала в составе мясного продукта // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2023. Т. 85. № 3 (97). С. 28–35. doi: 10.20914/2310-1202-2023-3-28-35
- 10 Папахин А.А., Бородина З.М. О свойствах ферментативно-модифицированного пористого кукурузного крахмала // *Пищевая промышленность*. 2019. № 4. С. 78–79. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10039
- 11 Короткова А.А., Сурков Д.И. Влияние расторопши и кукурузного крахмала на свойства фаршевых систем рубленых полуфабрикатов // *Экологические, генетические, биотехнологические проблемы и их решение при производстве и переработке продукции животноводства: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти академика РАН Е.И. Сизенко*. Т. Часть 2. Волгоград, 08–09 июня 2017. Волгоград: ООО «Сфера», 2017. С. 183–185.
- 12 Пономарев А.С., Пастушкова Е.В., Чугунова О.В. Использование пищевых ингредиентов растительного происхождения в технологии мясных рубленых полуфабрикатов // *Food Industry*. 2021. Т. 6. № 3. С. 109–119. doi: 10.29141/2500-1922-2021-6-3-12
- 13 Хвьяля С.И., Лапшин В.А., Корешков В.Н. Использование крахмала в мясной промышленности // *Инновационные процессы в пищевых технологиях: наука и практика: сборник материалов конференции*. 2019. С. 376–383.
- 14 Бегунова А.В., Симоненко С.В., Симоненко Е.С., Семенова Е.С. Новые подходы использования пищевых волокон при разработке специализированных пищевых продуктов функциональной направленности // *Пищевая промышленность*. 2024. № 8. С. 149–153. doi: 10.52653/PPI.2024.8.8.029
- 15 Cornejo-Ramírez Y.I., Martínez-Cruz O., Del Toro-Sánchez C.L., Wong-Corral F.J. et al. The structural characteristics of starches and their functional properties // *CyTA – Journal of Food*. 2018. Vol. 16. No. 1. P. 1003–1017. doi: 10.1080/19476337.2018.1518343
- 16 Totaro M.P., Miccolis M., De Angelis D., Natrella G., Caponio F., Summo C., Faccia M. Optimization of the rheological properties of fat replacers based on inulin at different degrees of polymerization and their application in beef burgers // *Foods*. 2025. Vol. 14. No. 12. Article 2127. doi: 10.3390/foods14122127
- 17 Cao Y., Yuan H., Kong B. et al. An approach to produce healthier meat products: effect of κ -carrageenan and inulin on quality characteristics of bologna-type chicken sausages // *Applied Food Research*. 2024. Vol. 4. Article 100404. doi: 10.1016/j.afres.2024.100404
- 18 Sun L., Zhang Y., Sun J. Comparative effects of four types of resistant starch on the techno-functional properties of low-fat meat emulsions // *Food Chemistry*. 2024. Article 141653. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.141653
- 19 Wagner C., Bohrer B.M. Impact of functional dietary fiber incorporation on the appearance and mechanical properties of extruded high moisture meat analogs // *Journal of Food Science*. 2024. Vol. 89. doi: 10.1111/1750-3841.17164
- 20 Trymers M., Wiśniewski P., Tkacz K., Zakrzewski A. From production to application: postbiotics in meat, meat products, other food matrices, and bioactive packaging // *Foods*. 2026. Vol. 15. No. 3. Article 501. doi: 10.3390/foods15030501


References

- 1 Kheto A., Bist Y., Awana A., Kaur S., Kumar Y., Sehrawat R. Utilization of inulin as a functional ingredient in food: processing, physicochemical characteristics, food applications, and future research directions. *Food Chemistry Advances*. 2023. vol. 3. article 100443. doi: 10.1016/j.focha.2023.100443.
- 2 Ilina N.M., Drozdova N.A., Ryndina Yu.V. New multifunctional additive of protein-polysaccharide nature for meat processing industry. *Bulletin of the Voronezh State Technological Academy*. 2010. no. 3 (45). pp. 59–62. (in Russian).


- 3 Ryakhimov R.R. et al. Inulin as a basis for creating a heterogeneous composition for use in the technology of reduced-calorie meat products. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021. vol. 83. no. 4. pp. 219–225. doi: 10.20914/2310-1202-2021-4-219-225 (in Russian).
- 4 Keenan D.F., Resconi V.C., Kerry J.P., Hamill R.M. Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach. *Meat Science*. 2014. vol. 96. no. 3. pp. 1384–1394. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.11.025.
- 5 Muravieva N.A., Baydalinova L.S., Stepansova G.E. Study of the influence of hydrated Jerusalem artichoke powder on the functional-technological and rheological parameters of minced meat for chopped semi-finished products. *Proceedings of KSTU*. 2024. no. 73. pp. 67–81. (in Russian).
- 6 Khramova V.N., Vasilyeva V.V., Knyazhechenko O.A., Lubchinsky K.A., Vasiliev A.V. Soluble dietary fiber "IntensFlor" in the technology of poultry semi-finished products. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2025. vol. 87. no. 3. pp. 184–190. doi: 10.20914/2310-1202-2025-3-184-190 (in Russian).
- 7 Jin D.-X., Zou G.-P., Liu R., Wu M.-G., Ge Q.-F., Yu H. Perspectives on the role of postbiotics in meat and meat products: current status and future trends. *Meat Science*. 2026. vol. 232. article 109978. doi: 10.1016/j.meatsci.2025.109978.
- 8 Jiao Y., Chen H.-D., Han H., Chang Y. Development and utilization of corn processing by-products: a review. *Foods*. 2022. vol. 11. no. 22. article 3709. doi: 10.3390/foods11223709.
- 9 Cherepanova N.G., Prosekova E.A., Semak A.E. et al. Influence of various temperature effects on the microstructure of corn starch in the composition of a meat product. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2023. vol. 85. no. 3 (97). pp. 28–35. doi: 10.20914/2310-1202-2023-3-28-35 (in Russian).
- 10 Papakhin A.A., Borodina Z.M. On the properties of enzymatically modified porous corn starch. *Food Industry*. 2019. no. 4. pp. 78–79. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10039 (in Russian).
- 11 Korotkova A.A., Surkov D.I. Influence of milk thistle and corn starch on the properties of minced systems of chopped semi-finished products. In: *Ecological, Genetic, Biotechnological Problems and Their Solution in the Production and Processing of Livestock Products: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences E.I. Sizenko. Part 2. Volgograd, June 08–09, 2017. Volgograd: OOO "Sfera", 2017. pp. 183–185. (in Russian).*
- 12 Ponomarev A.S., Pastushkova E.V., Chugunova O.V. The use of food ingredients of plant origin in the technology of chopped meat semi-finished products. *Food Industry*. 2021. vol. 6. no. 3. pp. 109–119. doi: 10.29141/2500-1922-2021-6-3-12 (in Russian).
- 13 Khvylyya S.I., Lapshin V.A., Koreshkov V.N. The use of starch in the meat industry. In: *Innovative Processes in Food Technologies: Science and Practice: Collection of conference materials*. 2019. pp. 376–383. (in Russian).
- 14 Begunova A.V., Simonenko S.V., Simonenko E.S., Semenova E.S. New approaches to the use of dietary fiber in the development of specialized functional food products. *Food Industry*. 2024. no. 8. pp. 149–153. doi: 10.52653/PPI.2024.8.8.029 (in Russian).
- 15 Cornejo-Ramírez Y.I., Martínez-Cruz O., Del Toro-Sánchez C.L., Wong-Corral F.J. et al. The structural characteristics of starches and their functional properties. *CyTA – Journal of Food*. 2018. vol. 16. no. 1. pp. 1003–1017. doi: 10.1080/19476337.2018.1518343.
- 16 Totaro M.P., Miccolis M., De Angelis D., Natrella G., Caponio F., Summo C., Faccia M. Optimization of the rheological properties of fat replacers based on inulin at different degrees of polymerization and their application in beef burgers. *Foods*. 2025. vol. 14. no. 12. article 2127. doi: 10.3390/foods14122127.
- 17 Cao Y., Yuan H., Kong B. et al. An approach to produce healthier meat products: effect of κ -carrageenan and inulin on quality characteristics of bologna-type chicken sausages. *Applied Food Research*. 2024. vol. 4. article 100404. doi: 10.1016/j.afres.2024.100404.
- 18 Sun L., Zhang Y., Sun J. Comparative effects of four types of resistant starch on the techno-functional properties of low-fat meat emulsions. *Food Chemistry*. 2024. [Online first]. doi: 10.1016/j.foodchem.2024.141653.
- 19 Wagner C., Bohrer B.M. Impact of functional dietary fiber incorporation on the appearance and mechanical properties of extruded high moisture meat analogs. *Journal of Food Science*. 2024. vol. 89. [Online first]. doi: 10.1111/1750-3841.17164.
- 20 Trymers M., Wiśniewski P., Tkacz K., Zakrzewski A. From production to application: postbiotics in meat, meat products, other food matrices, and bioactive packaging. *Foods*. 2026. vol. 15. no. 3. article 501. doi: 10.3390/foods15030501.

Сведения об авторах

Вероника В. Васильева аспирант, кафедра технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет, пр. им. В. И. Ленина, 28 г. Волгоград, 400005, Россия, buzowa.veronika@ya.ru


 <https://orcid.org/>

Валентина Н. Храмова д-р биол. наук, профессор, кафедра технологии пищевых производств работы, Волгоградский государственный технический университет, пр. им. В. И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, hramova_vn@mail.ru


 <https://orcid.org/0000-0002-0062-3211>

Information about authors


Veronica V. Vasilyeva graduate student, Department of Food Production Technology, Volgograd State Technical University, V. I. Lenin Ave., 28, Volgograd, 400005, Russia, buzowa.veronika@ya.ru

 <https://orcid.org/>


Valentina N. Khramova Dr. Sci. (Biol.), professor, Department of Food Production Technology, Volgograd State Technical University, V. I. Lenin Ave., 28, Volgograd, 400005, Russia, hramova_vn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-0062-3211>


Ольга А. Князеченко к.б.н., младший научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, ул. Рокоссовского, 6, г. Волгоград, 400131, Россия, knyzechenko71@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1508-2179>


Кирилл А. Лубчинский аспирант, кафедра технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет, пр. им. В. И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005, Россия, lubkirill@mail.ru

 <https://orcid.org/>

Olga A. Knyazhechenko Cand. Sci. (Biolog.), junior research assistant, Volga Scientific Research Institute of Meat and Dairy Products Production and Processing, 6 Rokossovskiy St., Volgograd, 400131, Russia, knyzechenko71@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1508-2179>

Kirill A. Lubchinsky graduate student, Department of Food Production Technology, Volgograd State Technical University, V. I. Lenin Ave., 28, Volgograd, 400005, Russia, lubkirill@mail.ru

 <https://orcid.org/>

Вклад авторов

Вероника В. Васильева концептуализация темы, предложила методику проведения эксперимента, организовала и провела производственные испытания, обзор литературных источников по исследуемой проблеме, написала рукопись, несет ответственность за плагиат

Валентина Н. Храмова концептуализация темы, согласовала методику проведения экспериментов, принимала участие в производственных испытаниях, консультации в ходе исследования, редактировала и корректировала статью до подачи в редакцию

Ольга А. Князеченко обзор литературных источников по исследуемой проблеме, участвовала в проведении расчетов и оформлении рукописи, несет ответственность за плагиат

Кирилл А. Лубчинский обзор литературных источников по исследуемой проблеме, проводил эксперименты, выполнил расчёты

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

Veronica V. Vasilyeva conceptualized the topic, proposed a methodology for conducting an experiment, organized and conducted production tests, reviewed literary sources on the problem under study, wrote a manuscript, and is responsible for plagiarism

Valentina N. Khramova conceptualized the topic, agreed on the methodology for conducting experiments, participated in production tests, consulted during the research, edited and corrected the article before submitting it to the editorial board

Olga A. Knyazhechenko view of literary sources on the problem under study, participated in the calculations and design of the manuscript, is responsible for plagiarism

Kirill A. Lubchinsky reviewed literature sources on the problem under study, conducted experiments, performed calculations

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 01/03/2026	После редакции 03/04/2026	Принята в печать 20/04/2026
Received 01/03/2026	Accepted in revised 03/04/2026	Accepted 20/04/2026