

## Разработка технологии охлажденной кулинарной продукции с пролонгированными сроками хранения

Юлия Н. Багмут	1	bagmut1980@gmail.com	 0000-0002-6976-7299
Ольга В. Чугунова	1	chugun.ova@ya.ru	 0000-0002-7039-4047
Лариса А. Кокорева	1	lariko77@mail.ru	 0000-0002-8618-8301
Екатерина В. Пастушкова	1	pas-ekaterina@ya.ru	 0000-0001-6992-1201
Алексей Ю. Волков	2	volkov@imp.uran.ru	 0000-0002-0636-6623
Константин Б. Костин	2	k.kostin@hprussia.ru	

1 Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия  
2 Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, ул. Софьи Ковалевской, 18, г. Екатеринбург, 620108, Россия

**Аннотация.** Статья посвящена разработке технологии и оценке качества охлажденных нутриентно адаптированных мясных рубленых полуфабрикатов (МРПФ) с использованием белково-композитной смеси (СБКС) «Дисо Нутринум» с пролонгированными сроками хранения. Выявлено оптимальное внесение СБКС в рецептуру в количестве 7,5 %. Внесение СБКС в количестве 7,5% способствует формированию заданных свойств МРПФ за счет повышенного содержания легкоусвояемых белков, образующих вязкие коллоидные растворы, что улучшает функционально-технологические свойства мясной системы, а именно влагоудерживающую способность, жирудерживающую способность и формоустойчивость. Улучшаются также и органолептические свойства мясных изделий (вкус, консистенция, внешний вид). По сумме незаменимых аминокислот нутриентно адаптированные МРПФ превышали значения как ФАО/ВОЗ, так и контрольных объектов. В опытных образцах содержание незаменимых аминокислот выше на 2,5 % по сравнению с контрольным. Доказано, что нетермическая технология обработки холодной плазмой может быть использована для обеззараживания пищевых продуктов, т.к. увеличение времени обработки плазмой привело к сокращению количества мезофильно-аэробных и анаэробных бактерий (КМАФАнМ): при 5-ти минутной обработке низкотемпературной плазмой КМАФАнМ - 5,1·10<sup>4</sup> КОЕ/г; при 10-и минутной обработке - 4,4·10<sup>4</sup> КОЕ/г; при 15-и минутной обработке - 2,8·10<sup>4</sup> КОЕ/г. При этом *Listeria monocytogenes* и *Salmonella* не было обнаружено во всех испытуемых МРПФ. Научно обоснована эффективность использования технологии обработки мясных продуктов высоким давлением (НПП), которое снижает показатели КМАФАнМ, подавляет и уничтожает развитие патогенных микроорганизмов (*BGКП*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Proteus* и прочие), что приводит к увеличению сроков хранения мясных рубленых полуфабрикатов.

**Ключевые слова:** белково-композитная смесь, мясной полуфабрикат, высокое давление, низкотемпературная плазма, показатели качества.

## Development of technology for chilled culinary products with extended shelf life

Jukia N. Bagmut	1	bagmut1980@gmail.com	 0000-0002-6976-7299
Olga V. Chugunova	1	chugun.ova@ya.ru	 0000-0002-7039-4047
Larisa A. Kokoreva	1	lariko77@mail.ru	 0000-0002-8618-8301
Ekaterina V. Pastushkova	1	pas-ekaterina@ya.ru	 0000-0001-6992-1201
Alexey Yu. Volkov	2	volkov@imp.uran.ru	 0000-0002-0636-6623
Konstantin B. Kostin	2	k.kostin@hprussia.ru	

1 Ural State University of Economics, 8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia

2 Institute of Metal Physics named after M.N. Mikheev Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, st. Sofia Kovalevskaya, 18, Ekaterinburg, 620108, Russia

**Abstract.** The article is devoted to the development of technology and quality assessment of chilled nutrient-adapted minced meat semi-finished products (MPMP) using the protein-composite mixture (PCM) "Diso Nutrinum" with prolonged shelf life. The optimal addition of PCM to the recipe was found to be 7.5%. The addition of PCM in the amount of 7.5% contributes to the formation of the specified properties of MPMP due to the increased content of easily digestible proteins that form viscous colloidal solutions, which improves the functional and technological properties of the meat system, namely, moisture-holding capacity, fat-holding capacity and dimensional stability. The organoleptic properties of meat products (taste, consistency, appearance) are also improved. In terms of the sum of essential amino acids, the nutrient-adapted MPMP exceeded the values of both FAO/WHO and control objects. In the test samples, the content of essential amino acids is 2.5% higher than in the control. It has been proven that the non-thermal technology of cold plasma treatment can be used for food disinfection, since an increase in the plasma treatment time led to a decrease in the number of mesophilic-aerobic and anaerobic bacteria (MAAAB): with a 5-minute treatment with low-temperature plasma, MAAAB - 5.1·10<sup>4</sup> CFU/g; with a 10-minute treatment - 4.4·10<sup>4</sup> CFU/g; with a 15-minute treatment - 2.8·10<sup>4</sup> CFU/g. At the same time, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* were not detected in any of the tested MRPF. The effectiveness of using the technology of high pressure processing (HPP) of meat food products has been scientifically substantiated, which reduces the indicators of QMAFAnM, suppresses and destroys the development of pathogenic microorganisms (coliform bacteria, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Proteus* and others), which leads to an increase in the shelf life of minced meat semi-finished products.

**Keywords:** protein-composite mixture, meat semi-finished product, high pressure, low-temperature plasma, quality indicators.

Для цитирования

Багмут Ю.Н., Кокорева Л.А., Пастушкова Е.В., Волков А.Ю., Костин К.Б. Разработка технологии охлажденной кулинарной продукции с пролонгированными сроками хранения // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 3. С. 158–165. doi:10.20914/2310-1202-2024-3-158-165

For citation

Bagmut Yu.N., Kokoreva L.A., Pastushkova E.V., Volkov A.Yu., Kostin K.B. Development of technology for chilled culinary products with extended shelf life. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 3. pp. 158–165. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-3-158-165

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

## Введение

Современное развитие централизованного производства продуктов питания в России характеризуется наличием жесткой конкуренции, высокими требованиями к качеству и безопасности продукции, а также необходимостью следовать изменению вкусов и потребностей потребителей, что ставит перед предприятиями-изготовителями задачу поиска новых форм и рецептов.

В последние годы наблюдается потребность в поиске альтернативных методов продления сроков хранения кулинарной продукции. Эти методы должны обеспечивать производство продуктов с низким содержанием натрия и / или жиров, а также высокой функциональностью. В настоящее время физические методы обработки [1, 2] становятся все более распространенными и рассматриваются как перспективные технологии, способные существенно уменьшить использование консервантов.

К инновационным технологиям, завоевывающим признание в пищевой промышленности, можно отнести обработку продуктов низкотемпературной плазмой. Обработка низкотемпературной плазмой основана на использовании активных частиц, которые возникают при ионизации газа, такого как аргон или азот. Эти частицы обладают высокой реакционной способностью и способны разрушать клеточные мембраны микроорганизмов, что делает этот метод особенно эффективным для уничтожения бактерий, грибов и вирусов, не нарушая при этом питательных свойств самих продуктов [3, 4].

И обработку высоким давлением, технология известная как HPP (High Pressure Processing) или «нетепловая пастеризация» [5–8]. Основной принцип этой технологии заключается в обработке продуктов под высоким давлением, что позволяет эффективно сохранять и усиливать их качество, включая вкус, аромат и текстуру [9].

**Цель исследования** – разработка технологии охлажденной кулинарной продукции с пролонгированными сроками хранения на основе физических методов.

## Материалы и методы

В экспериментальных исследованиях использовались современные стандартные методы и приборы, прошедшие поверку.

Основные объекты исследования: мясные рубленые полуфабрикаты (МРПФ), контрольные и опытные образцы:

1. МРПФ, обработанные холодной плазмой. В контрольной группе образцы – без применения технологии низкотемпературной плазмы атмосферного давления (НП), в то время как опытная

группа подверглась воздействию НП на протяжении 5, 10 и 15 минут. Полуфабрикаты помещались в контейнер, который заполнялся ионизированным аргонном в течение 2 минут; процесс ионизации осуществлялся с использованием разрядов с частотой от 450 до 550 кГц.

После завершения обработки образцы из первой группы, а также полуфабрикаты из второй группы были размещены в холодильном шкафу для хранения при температуре от 0 до 2 °С. Согласно санитарным нормам СанПиН 2.3.2.1324–03, регулирующим сроки годности и условия хранения пищевых продуктов, рубленые полуфабрикаты из мяса птицы могут храниться до 18 часов. С учетом запаса времени этот срок увеличивается до 24 часов. Однако существует возможность продлить период хранения охлажденных полуфабрикатов за счет биодеконтаминации, осуществляемой путем обработки их низкотемпературной плазмой;

2. МРПФ, обработанные высоким давлением. В процессе изучения технологий HPP для подавления и уничтожения патогенных микроорганизмов проведены исследования по обработке высоким давлением с использованием «Пищевой гидростат, модель 600МПа / 30L» на базе толлинга центра ООО «РАН Технолджикс Групп» [6].

Отбор проб и подготовка их к испытаниям проводилась согласно требованиям ГОСТ Р 54607.1–2011 «Услуги общественного питания. Методы лабораторного контроля продукции общественного питания. Часть 1. Отбор проб и подготовка к физико-химическим испытаниям».

Органолептические показатели определяли в соответствии с ГОСТ 32951–2014 «Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия».

Физико-химические показатели определяли в соответствии с ГОСТ 4288–76 «Изделия кулинарные и полуфабрикаты из рубленого мяса. Правила приемки и методы испытаний».

Микробиологические испытания: бактерии рода *Listeria monocytogenes* определяли по ГОСТ 32031–2012, бактерии рода *Salmonella* – по ГОСТ 31659–2012 (ISO 6579:2002), количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) – по ГОСТ 10444.15–94, бактерии группы кишечной палочки (БГКП) – по ГОСТ 31747–2012, сульфитредуцирующие клостридии – по ГОСТ 29185–2014, бактерии рода *Proteus* – по ГОСТ 28560–90, *S. aureus* – по ГОСТ 31746–2012.

Исследования по использованию холодной плазмы проводили в Институте механики сплошных сред УрО РАН. Исследования по обработке высоким давлением проводили на базе Толлинга центра ООО «РАН Технолджикс Групп» с использованием пищевого гидростата, модель 600МПа/30L.

### Результаты и обсуждение

В рамках решения первой задачи разработаны рецептуры нутриентно адаптированных мясных рубленых полуфабрикатов (МРПФ).

Основные направления развития ассортимента кулинарной продукции связаны со спросом на кулинарную продукцию, обладающую пролонгированными сроками хранения и повышенной пищевой ценностью [10]. Внесение в котлеты из мяса птицы сухой белково композитной смеси «Дисо Нутримун» (СБКС) можно рассматривать как один из способов получения высококачественных мясных продуктов с регулируемыми свойствами, в том числе биологической ценности.

Внесение СБКС способствует формированию заданных свойств МРПФ за счет повышенного содержания легкоусвояемых белков, образующих вязкие коллоидные растворы, что улучшает функционально-технологические свойства (ФТС) мясной системы, а именно влагоудерживающую способность (ВУС), жирудерживающую способность (ЖУС) и формоустойчивость.

Технологическая схема МРПФ включает следующие этапы: в куттер вносили СБКС (соотношение с водой 1:3, при температуре 30–35<sup>0</sup>С) и перемешивали в течение 2 мин до получения однородной массы, затем вносили МС и перемешивали еще в течение 5 мин. Формировали изделие массой по 81 г. (на выход 70 г.). Термическую обработку осуществляли в два этапа: на первом МРПФ обжаривали с каждой стороны в течение 7 мин,

на втором этапе – доводили до кулинарной готовности в пароконвектомате при  $T = (200 \pm 5) ^\circ\text{C}$  и  $W = 10\%$  в течение 12 мин. На следующем этапе охлаждали в шкафу шокового замораживания до достижения температуры в центре продукта 0–4<sup>0</sup>С, скорость воздуха 1 м/с. Охлажденные МРПФ расфасовывали в потребительскую skin-упаковку и подвергали обработке НП или HPP.

Изменение влажности модельных МРПФ представлено в таблице 1, химический состав – на рисунке 1, изменение функционально-технологических свойств – на рисунке 2.

Исследование влагосвязывающей способности (ВСС) выявило, что добавление СБКС в количестве 7,5% приводит к увеличению данного показателя на 7% по сравнению с контрольным образцом (85,9%). Это связано со снижением объема несвязанной воды, которая служит дисперсионной средой для метаболической активности микроорганизмов и ряда химических реакций.

Данные, полученные при анализе ВУС и ЖУС, показали, что замена традиционного пшеничного хлеба на СБКС оказывает положительное влияние на формирование трехмерной структурной сети. Эта сеть способствует удержанию влаги и жировых частиц в готовом продукте благодаря повышенному содержанию белка и клетчатки. В результате добавления СБКС было зафиксировано увеличение ВУС на 3,5%, что указывает на улучшение способности системы сохранять влагу во время термической обработки и снижение потерь.

Таблица 1.

Изменение влажности МРПФ в зависимости от количества СБКС ( $n = 3$ ), %

Table 1.

Change in the humidity of the MPPF depending on the amount of SBCS ( $n = 3$ ), %

Показатель	Контроль	Опытные образцы МРПФ с добавлением СБКС		
		5%	7,5%	10%
Массовая доля влаги	65,40 ± 2,53	65,05 ± 3,46	65,15 ± 3,62	65,24 ± 2,42
Потеря массы при тепловой обработке	21,92 ± 0,25	16,84 ± 0,15	17,14 ± 0,18	17,22 ± 0,08

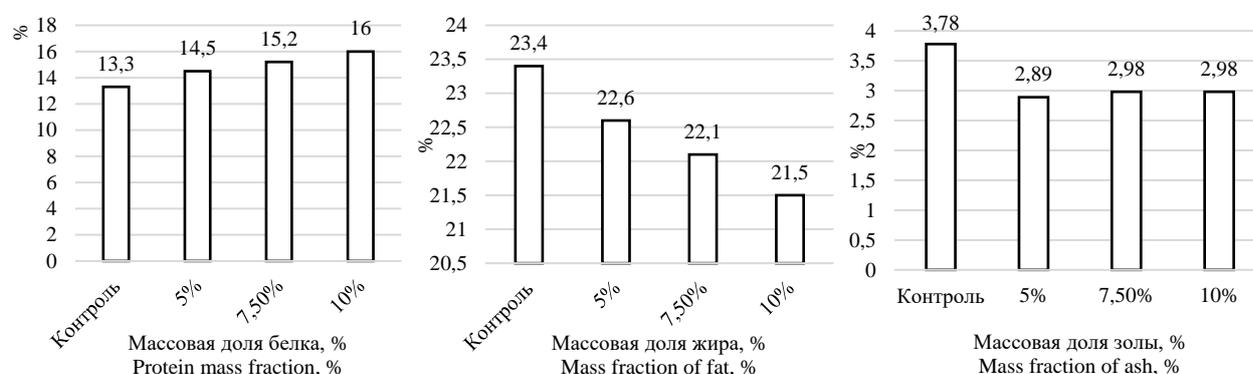
Рисунок 1. Химический состав МРПФ в зависимости от количества СБКС ( $n = 3$ ), %Figure 1. Chemical composition of MPPF depending on the amount of SBCS ( $n = 3$ ), %



Рисунок 2. Функционально-технологические свойства МРПФ в зависимости от количества СБКС (n = 3), %  
 Figure 2. Functional and technological properties of MPPF depending on the amount of SBCS (n = 3), %

Использование СБКС в модельных МРПФ способствует увеличению ЖУС, что обусловлено набуханием белка, и способностью удерживать его. СБКС также положительно влияет на технологические (формуустойчивость, ВУС) и органолептические (сочность, мягкость, вкус и запах) свойства, а также способствует повышению калорийности изделия.

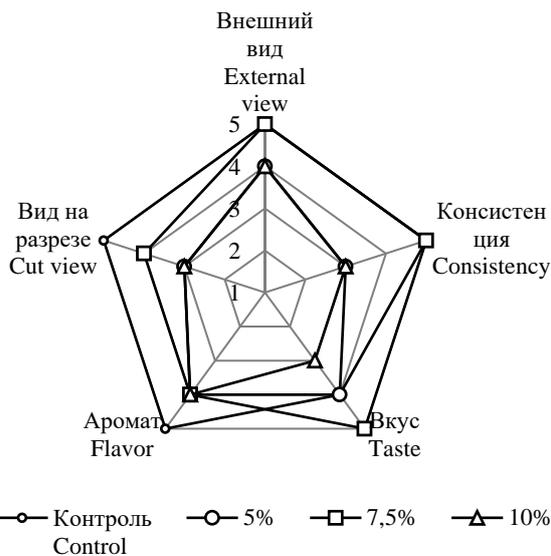


Рисунок 3. Органолептические показатели разработанных МРПФ, в зависимости от количества СБКС, балл  
 Figure 3. Organoleptic parameters of the developed MCPs, depending on the number of SBCS, score

Исследование содержания незаменимых аминокислот (НАК) в контрольных и опытных образцах по отношению к эталону ФАО/ВОЗ (рисунок 4) выявило, что по сумме незаменимых аминокислот как контрольный (вариант 1), так и опытный образец (вариант 2) превышали значения ФАО/ВОЗ, в среднем на 4,9 г на 100 г. белка. В опытных образцах содержание НАК выше на 2,5% по сравнению с контрольным.

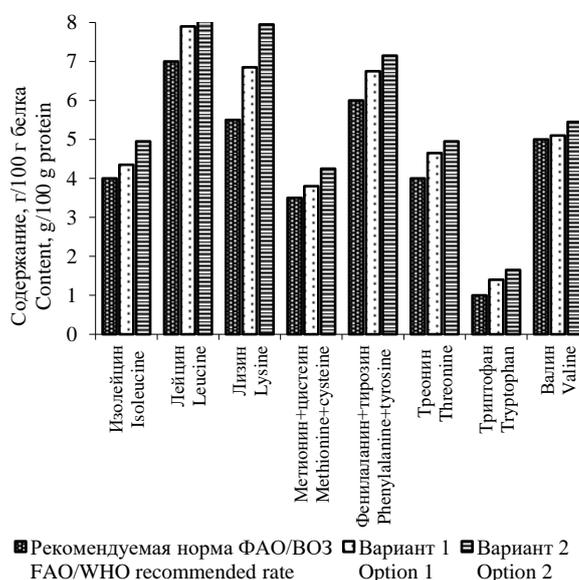


Рисунок 4. Аминокислотный состав белка МРПФ в сравнении с рекомендуемыми нормами ФАО/ВОЗ, мг/100 г

Figure 4. Amino acid composition of the MPPF protein in comparison with the recommended FAO/WHO standards, mg/100 g

В рамках решения второй задачи было исследовано применение технологии низкотемпературной плазмы (НП) для увеличения сроков хранения охлажденной кулинарной продукции. Объектом данного исследования стали образцы разработанных мясных полуфабрикатов (МРПФ). Были сформированы две экспериментальные группы МРПФ из птицы, масса каждого образца составила 70,0 г, а начальная температура в обеих группах была зафиксирована на уровне 2 °С.

Результаты микробиологических исследований МРПФ через 24 и 48 часов хранения при обработке НП в течении 5, 10, 15 мин представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Микробиологические показатели МРПФ через 24 и 48 часов хранения

Table 2.

Microbiological indicators of MRPF after 24 and 48 hours of storage

Показатель Index	Гигиенические требования * Hygiene Requirements *	Продолжительность хранения, час Duration of storage, hour	Контроль Control	Образцы обработанные НП, мин Samples treated with NP, min		
				5	10	15
КМАФАнМ, не более, КОЕ/г СМАFANM, not more than, CFU/g	5,0×10 <sup>5</sup>	24	6,6×10 <sup>4</sup>	5,1×10 <sup>4</sup>	4,4×10 <sup>4</sup>	2,8×10 <sup>4</sup>
		48	7,1×10 <sup>7</sup>	6,3×10 <sup>6</sup>	5,9×10 <sup>5</sup>	4,7×10 <sup>5</sup>
<i>Listeria monocytogenes</i> , не допускаются в массе продукта, г <i>Listeria monocytogenes</i> , not allowed in the product weight, g	25	24	Не обнаружены Not detected			
		48				
Патогенные, в т. ч. <i>Salmonella</i> , не допускаются в массе продукта, г Pathogenic, including <i>Salmonella</i> , not allowed in the product weight, g	25	24				
		48				

\* ТР ЕАЭС 051/2021 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки» (с изменениями на 15 февраля 2023 года)

\* TR EEU 051/2021 Technical Regulation of the Eurasian Economic Union “On the Safety of Poultry Meat and Poultry Products” (as amended on February 15, 2023)

Образцы охлажденных МРПФ контрольной группы, хранившиеся в холодильнике при температуре от 0 до 2 °С на протяжении 24 часов, не соответствовали требованиям Технического регламента ЕАЭС 051/2021 по микробиологическим показателям. В частности, количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) составило 6,6×10<sup>4</sup> КОЕ/г.

В отличие от этого, опытная группа МРПФ, подвергшаяся обработке низкотемпературной плазмой (НП) и хранившаяся 24 и 48 часов, продемонстрировала положительную динамику микробиологических показателей, что связано с увеличением времени обработки НП. Так, при 5-минутной обработке КМАФАнМ снизился до 5,1×10<sup>4</sup> КОЕ/г; при 10-минутной – до 4,4×10<sup>4</sup> КОЕ/г; а при 15-минутной – до 2,8×10<sup>4</sup> КОЕ/г. При этом патогены *Listeria monocytogenes* и *Salmonella* не были обнаружены

ни в одном из образцов МРПФ в ходе эксперимента [11].

Таким образом, нетермическая технология обработки холодной плазмой может быть использована для обеззараживания пищевых продуктов.

На следующем этапе исследований научно обоснована эффективность использования технологии обработки пищевых продуктов в скин-упаковке высоким давлением (HPP) для подавления и уничтожения патогенных микроорганизмов с целью увеличения срока годности при сохранении показателей качества и безопасности.

Микробиологические исследования и анализ результатов исследований проводились по стандартным методикам и нормативам. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты определения КМАФАнМ в готовых МРПФ, обработанных HPP

Table 3.

The results of the determination of KMAFANM in ready-made MRPF treated with NP

Образец Sample	КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>		БГКП (колиформы) в 1 г	
	опыт	ТР ЕАЭС 051/2021, не более	опыт	ТР ЕАЭС 051/2021, не более
1	1,04×10 <sup>2</sup>	1,0×10 <sup>3</sup>	не обнаружено	не допускаются
2	5,85×10	1,0×10 <sup>3</sup>		
3	5,78×10 <sup>2</sup>	1,0×10 <sup>3</sup>		
4	2,24×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>3</sup>		

Обработка высоким давлением готовой кулинарной продукции положительно сказывается на снижении роста микробиологических показателей, уменьшая их общее количество фактически в два раза.

Интенсивность развития микроорганизмов в процессе хранения также показала положительные результаты воздействия высокого давления. Интенсивность развития микроорганизмов

(увеличение) в контрольном объекте составила 5,6 раз в то время, как у образцов, обработанных под давлением в 400 мПа – 4,1 раз.

Исследовано влияние технологии обработки пищевых продуктов высоким давлением (HPP) на срок годности разработанной охлажденной кулинарной продукции готовых мясных рубленых полуфабрикатов из мяса птицы.

Согласно требованиям Технического регламента ЕАЭС 051/2021, в готовых мясных рубленых полуфабрикатах (МРПФ) допустимое количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) не должно превышать  $1 \times 10^3$  КОЕ/г. После 18 часов хранения в готовом МРПФ было зафиксировано значение  $1,4 \times 10^2$  КОЕ/г, что на 56% ниже установленной нормы.

В случае обработки готового МРПФ с использованием низкотемпературной плазмы (НП) в течение 5 минут, уровень КМАФАнМ составил  $1,1 \times 10^2$  КОЕ/г, что уже на 89% меньше предельно допустимого значения и на 75% ниже уровня КМАФАнМ в необработанных образцах. При хранении охлажденных готовых МРПФ в течение трех суток наблюдалось превышение нормы по КМАФАнМ на 1%, тогда как продукты, подвергшиеся обработке НП, оставались в пределах допустимых значений.

По истечении пяти суток хранения у готовых МРПФ фиксировалось увеличение превышения нормы до 2,5%. Однако даже в этом случае обработанные НП полуфабрикаты продолжали соответствовать установленным стандартам, хотя и отмечался незначительный рост микрофлоры.

### Заключение

В настоящее время проектирование сложных технологических систем представляет собой переход от исследований монодисциплинарных

к междисциплинарным, обеспечивающим интеграцию, органичную взаимосвязь разных дисциплин и отраслей науки [12].

Нетермическая технология обработки холодной плазмой может быть использована для обеззараживания пищевых продуктов, т. к. результаты микробиологического исследования показали, что при увеличении времени обработки НП привело к сокращению КМАФАнМ: при 5-ти минутной обработке низкотемпературной плазмой КМАФАнМ –  $5,1 \times 10^5$  КОЕ/г; при 10-и минутной обработке –  $4,4 \times 10^5$  КОЕ/г; при 15-и минутной обработке –  $2,8 \times 10^5$  КОЕ/г. При этом *Listeria monocytogenes* и *Salmonella* не было обнаружено во всех испытуемых МРПФ.

При использовании высокого давления происходит снижение КМАФАнМ в готовых МРПФ после 5 суток хранения в 4,4 раза (обработка 5 мин), в 5,7 раз (обработка 10 мин) и в 6,6 раз (обработка 10 мин) от нормативного содержания в готовых МРПФ.

Результаты исследований содержания *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *сульфитредуцирующих клостридий*, *Salmonella*, БГКП и *Proteus* показали полное их отсутствие в объектах исследования при различной продолжительности хранения.

Что так же позволяет сделать выводы, что технология *HPP* может быть использована для подавления и уничтожения патогенных микроорганизмов в готовых кулинарных изделиях.

### Литература

- 1 Gavahian M., Peng H.J., Chu Y.H. Efficacy of cold plasma in producing salmonella-free duck eggs: effects on physical characteristics, lipid oxidation, and fatty acid profile // *J. Food Sci. Technol.* 2019. V. 56. № 12. P. 5271–5281.
- 2 Науменко И.В., Потороко И.Ю., Попова Н.В., Калинина И.В., Сагбаев Б.К. Применение нетепловых методов обеззараживания растительного сырья в производстве пищевых продуктов // Вестник ВГУИТ. 2019. № 4 (82). С. 110–116.
- 3 Taddei R., Giacometti F., Bardasi L. Effect of production process and high-pressure processing on viability of *Listeria innocua* in traditional Italian drycured coppa // *Italian Journal of Food Safety.* 2020. V. 9. P. 104–109.
- 4 Sardão R., Amaral R.A., Alexandre E.M., Saraiva J.A., Pintado M. Effect of high-pressure processing to improve the safety and quality of an Quercus acorn beverage // *LWT.* 2021. V. 149. P. 111858.
- 5 Сайт ООО «РАН Технолоджик Групп». URL: [https://runtechnologies.com/vysokoie\\_davlenie](https://runtechnologies.com/vysokoie_davlenie)
- 6 Kryukov A.V., Arisov A.V., Vyatkin A.V., Pomozova V.A., Volkov A.Yu. Production Technology Development of Semi-Finished Products from Sprouted Wheat Grain and Its Practical Application in the Smoothie Composition // *Food Industry.* 2024. V. 9. № 3. P. 33–42. doi: 10.29141/2500–1922–2024–9–3–4
- 7 Кокорева Л.А., Багмут Ю.Н., Волков А.Ю., Чугунова О.В. и др. Влияние высокого гидростатического давления на микробиологические показатели мясных полуфабрикатов // *Journal of Agriculture and Environment.* 2023. № 12 (40).
- 8 Usaga J., Acosta Ó., Churey J.J., Padilla-Zakour O.I. et al. Evaluation of high pressure processing (HPP) inactivation of *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella enterica*, and *Listeria monocytogenes* in acid and acidified juices and beverages // *International Journal of Food Microbiology.* 2021. V. 339. P. 109034.
- 9 Hartyani P., Dalmadi I., Cserhalmi Z., Kantor D.B. et al. Physical-chemical and sensory properties of pulsed electric field and high hydrostatic pressure treated citrus // *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies.* 2013. V. 19 (2). P. 1710–1711.
- 10 Рождественская Л.Н., Романенко С.П., Чугунова О.В. Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья // *Индустрия питания.* 2023. Т. 8. № 2. С. 63–72. doi: 10.29141/2500–1922–2023–8–2–7
- 11 Багмут Ю.Н., Кокорева Л.А., Крюкова Е.В., Лукиных М.И. Перспективы применения низкотемпературной плазмы для биодеконтаминации мясных продуктов // *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания.* 2022. № 4. С. 63–72.
- 12 Панфилов В.А. Оценка сложности инновационных технологий АПК России // *Индустрия питания.* 2023. Т. 8. № 2. С. 143–147. doi: 10.29141/2500–1922–2023–8–2–14

- 13 Ma L., Zhang M., Bhandari B., Gao Z. Recent developments in novel shelf life extension technologies of fresh-cut fruits and vegetables // Trends in Food Science & Technology. 2017. V. 64. P. 23-38. doi: 10.1016/j.tifs.2017.03.005
- 14 Sridhar A. et al. Food preservation techniques and nanotechnology for increased shelf life of fruits, vegetables, beverages and spices: a review // Environmental Chemistry Letters. 2021. V. 19. P. 1715-1735. doi: 10.1007/s10311-020-01126-2
- 15 Yousuf B., Qadri O.S., Srivastava A.K. Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review // Lwt. 2018. V. 89. P. 198-209. doi: 10.1016/j.lwt.2017.10.051
- 16 Amit S. K. et al. A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing // Agriculture & Food Security. 2017. V. 6. P. 1-22. doi: 10.1186/s40066-017-0130-8
- 17 Kanatt S.R. Development of active/intelligent food packaging film containing Amaranthus leaf extract for shelf life extension of chicken/fish during chilled storage // Food Packaging and Shelf Life. 2020. V. 24. P. 100506. doi: 10.1016/j.fpsl.2020.100506
- 18 Mercier S. et al. Time–temperature management along the food cold chain: A review of recent developments // Comprehensive reviews in food science and food safety. 2017. V. 16. №. 4. P. 647-667. doi: 10.1111/1541-4337.12269
- 19 James C., Purnell G., James S. J. A review of novel and innovative food freezing technologies // Food and bioprocess technology. 2015. V. 8. P. 1616-1634. doi: 10.1007/s11947-015-1542-8
- 20 Hertog M. L. et al. Shelf life modelling for first-expired-first-out warehouse management // Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 2014. vol. 372. №. 2017. pp. 20130306. doi: 10.1098/rsta.2013.0306

### References

- 1 Gavahian M., Peng H.J., Chu Y.H. Efficacy of cold plasma in producing salmonella-free duck eggs: effects on physical characteristics, lipid oxidation, and fatty acid profile. J. Food Sci. Technol. 2019. vol. 56. no. 12. pp. 5271–5281.
- 2 Naumenko I.V., Potoroko I.Yu., Popova N.V., Kalinina I.V., Satbaev B.K. Application of non-thermal methods of disinfection of plant raw materials in food production. Proceedings of VSUET. 2019. No. 4 (82). P. 110–116. (in Russian).
- 3 Taddei R., Giacometti F., Bardasi L. Effect of production process and high-pressure processing on viability of *Listeria innocua* in traditional Italian drycured coppa. Italian Journal of Food Safety. 2020. vol. 9. pp. 104–109.
- 4 Sardão R., Amaral R.A., Alexandre E.M., Saraiva J.A., Pintado M. Effect of high-pressure processing to improve the safety and quality of an Quercus acorn beverage. LWT. 2021. vol. 149. pp. 111858.
- 5 Website of RAS Technologies Group LLC. Available at: [https://runtechnologies.com/vysokoie\\_davlienii](https://runtechnologies.com/vysokoie_davlienii) (in Russian).
- 6 Kryukov A.V., Arisov A.V., Vyatkin A.V., Pomozova V.A., Volkov A.Yu. Production Technology Development of Semi-Finished Products from Sprouted Wheat Grain and Its Practical Application in the Smoothie Composition // Food Industry. 2024. V. 9. № 3. P. 33–42. doi: 10.29141/2500–1922–2024–9–3–4
- 7 Kokoreva L.A., Bagmut Yu.N., Volkov A.Yu., Chugunova O.V. et al. The influence of high hydrostatic pressure on microbiological parameters of semi-finished meat products. Journal of Agriculture and Environment. 2023. no. 12 (40). (in Russian).
- 8 Usaga J., Acosta Ó., Churey J.J., Padilla-Zakour O.I. et al. Evaluation of high pressure processing (HPP) inactivation of *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella enterica*, and *Listeria monocytogenes* in acid and acidified juices and beverages. International Journal of Food Microbiology. 2021. vol. 339. pp. 109034.
- 9 Hartyani P., Dalmadi I., Cserhalmi Z., Kantor D.B. et al. Physical-chemical and sensory properties of pulsed electric field and high hydrostatic pressure treated citrus. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. 2013. vol. 19 (2). pp. 1710–1711.
- 10 Rozhdestvenskaya L.N., Romanenko S.P., Chugunova O.V. Prospects for nutrient profiling for disease prevention and health promotion. Food industry. 2023. vol. 8. no. 2. pp. 63–72. doi: 10.29141/2500–1922–2023–8–2–7 (in Russian).
- 11 Bagmut Yu.N., Kokoreva L.A., Kryukova E.V., Lukinykh M.I. Prospects for using low-temperature plasma for biodecontamination of meat products. Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. 2022. no. 4. pp. 63–72. (in Russian).
- 12 Panfilov V.A. Assessment of the complexity of innovative technologies of the Russian agro-industrial complex. Food industry. 2023. vol. 8. no. 2. pp. 143–147. doi: 10.29141/2500–1922–2023–8–2–14 (in Russian).
- 13 Ma L., Zhang M., Bhandari B., Gao Z. Recent developments in novel shelf life extension technologies of fresh-cut fruits and vegetables. Trends in Food Science & Technology. 2017. vol. 64. pp. 23-38. doi: 10.1016/j.tifs.2017.03.005
- 14 Sridhar A. et al. Food preservation techniques and nanotechnology for increased shelf life of fruits, vegetables, beverages and spices: a review. Environmental Chemistry Letters. 2021. vol. 19. pp. 1715-1735. doi: 10.1007/s10311-020-01126-2
- 15 Yousuf B., Qadri O.S., Srivastava A.K. Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. Lwt. 2018. vol. 89. pp. 198-209. doi: 10.1016/j.lwt.2017.10.051
- 16 Amit S. K. et al. A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing. Agriculture & Food Security. 2017. vol. 6. pp. 1-22. doi: 10.1186/s40066-017-0130-8
- 17 Kanatt S.R. Development of active/intelligent food packaging film containing Amaranthus leaf extract for shelf life extension of chicken/fish during chilled storage. Food Packaging and Shelf Life. 2020. vol. 24. pp. 100506. doi: 10.1016/j.fpsl.2020.100506
- 18 Mercier S. et al. Time–temperature management along the food cold chain: A review of recent developments. Comprehensive reviews in food science and food safety. 2017. vol. 16. no. 4. pp. 647-667. doi: 10.1111/1541-4337.12269
- 19 James C., Purnell G., James S. J. A review of novel and innovative food freezing technologies. Food and bioprocess technology. 2015. vol. 8. pp. 1616-1634. doi: 10.1007/s11947-015-1542-8
- 20 Hertog M. L. et al. Shelf life modelling for first-expired-first-out warehouse management. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 2014. vol. 372. no. 2017. pp. 20130306. doi: 10.1098/rsta.2013.0306

## Сведения об авторах

**Юлия Н. Багмут** аспирант, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, bagmut1980@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6976-7299>

**Ольга В. Чугунова** д.т.н., профессор, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, chugun.ova@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7039-4047>

**Лариса А. Кокорева** к.т.н., доцент, кафедра технологии питания, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, lariko77@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8618-8301>

**Екатерина В. Пастушкова** д.т.н., профессор, кафедра управления качеством и экспертизы товаров и услуг, Уральский государственный экономический университет, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45, г. Екатеринбург, 620144, Россия, pas-ekaterina@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6992-1201>

**Алексей Ю. Волков** д.т.н., главный научный сотрудник, заведующий лабораторией, лаборатория прочности, Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, ул. Софьи Ковалевской, 18, г. Екатеринбург, 620108, Россия, volkov@imp.uran.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0636-6623>

**Константин Б. Костин** главный специалист, лаборатория прочности, Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, ул. Софьи Ковалевской, 18, г. Екатеринбург, 620108, Россия, k.kostin@hprussia.ru

## Вклад авторов

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

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Information about authors

**Jukia N. Bagmut** graduate student, food technology, ural state university of economics department, 8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, bagmut1980@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6976-7299>

**Olga V. Chugunova** Dr. Sci. (Engin.), professor, food technology department, Ural State University of Economics, 8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, chugun.ova@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-7039-4047>

**Larisa A. Kokoreva** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food technology department, Ural State University of Economics, 8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, lariko77@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-8618-8301>

**Ekaterina V. Pastushkova** Dr. Sci. (Engin.), professor, management quality and expertise of goods and services department, Ural State University of Economics, 8 Marta str./Narodnaya Volya, 62/45, Yekaterinburg, 620144, Russia, pas-ekaterina@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6992-1201>

**Alexey Y. Volkov** Dr. Sci. (Engin.), chief researcher, head of laboratory, strength laboratory, Institute of Metal Physics named after M.N. Mikheev Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, st. Sofia Kovalevskaya, 18, Ekaterinburg, 620108, Russia, volkov@imp.uran.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0636-6623>

**Konstantin B. Kostin** chief specialist, strength laboratory, Institute of Metal Physics named after M.N. Mikheev Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, st. Sofia Kovalevskaya, 18, Ekaterinburg, 620108, Russia, k.kostin@hprussia.ru

## Contribution

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

## Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 11/07/2024	После редакции 12/08/2024	Принята в печать 30/08/2024
Received 11/07/2024	Accepted in revised 18/08/2024	Accepted 30/08/2024