

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ/FOOD SYSTEMS

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.31>

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОГО ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Научная статья

Кокорева Л.А.^{1,*}, Багмут Ю.Н.², Волков А.Ю.³, Чугунова О.В.⁴, Тарасов А.В.⁵

¹ORCID : 0000-0002-8618-8301;

²ORCID : 0000-0002-0636-6623;

⁴ORCID : 0000-0002-7039-4047;

⁵ORCID : 0000-0001-7642-6532;

^{1,2,4,5} Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Российская Федерация

³ Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Екатеринбург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (lariko77[at]mail.ru)

Аннотация

Использование мясных полуфабрикатов для питания детей дошкольного и школьного возраста способствует нормальному росту и развитию организма и является необходимым условием для полноценного рациона. При централизованной выработке мясных полуфабрикатов для школьного питания актуальной остается задача снижения заражения микроорганизмами изделий при выработке и транспортировке их до школьных столовых. В статье рассмотрено использование нетепловой технологии обработки мясных изделий высоким гидростатическим давлением (*HPP*). Установлено снижение КМАФАнМ в 3,4 раза от нормативного содержания в мясных полуфабрикатах с использованием технологии *HPP*. Обработка *HPP* снижает содержание бактерии группы кишечной палочки и *Staphylococcus aureus* в мясных полуфабрикатах, зараженных данными группами микроорганизмов.

Ключевые слова: мясной полуфабрикат, высокое давление, микроорганизмы, КМАФАнМ, БГКП, золотистый стафилококк.

INFLUENCE OF HIGH HYDROSTATIC PRESSURE ON MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS

Research article

Kokoreva L.A.^{1,*}, Bagmut Y.N.², Volkov A.Y.³, Chugunova O.V.⁴, Tarasov A.V.⁵

¹ORCID : 0000-0002-8618-8301;

²ORCID : 0000-0002-0636-6623;

⁴ORCID : 0000-0002-7039-4047;

⁵ORCID : 0000-0001-7642-6532;

^{1,2,4,5} Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russian Federation

³ M.N. Mikheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation

* Corresponding author (lariko77[at]mail.ru)

Abstract

The use of semi-finished meat products for the nutrition of preschool and school children contributes to the normal growth and development of the organism and is a prerequisite for a nutritious diet. At centralized production of meat semi-finished products for school meals, the problem of reduction of contamination of products with microorganisms during production and their transportation to school canteens remains relevant. The article examines the use of non-thermal technology of treatment of meat products by high hydrostatic pressure (*HPP*). The reduction of QMA&OAMO in 3,4 times from the normative content in meat semi-finished products with the use of *HPP* technology was established. *HPP* treatment reduces the content of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria in semi-finished meat products contaminated with these groups of microorganisms.

Keywords: semi-finished meat products, high pressure, microorganisms, QMA&OAMO, coliform bacteria, *Staphylococcus aureus*.

Введение

Мясо и мясные продукты играют важную роль в питании современного человека, поскольку они содержат необходимые биологически активные вещества. Доказано, что мясо и мясные продукты содержат все важные аминокислоты, необходимые для здорового питания [1]. Производство мясных полуфабрикатов является одной из динамично развивающихся отраслей мясной индустрии [2], и важной задачей здесь является увеличение срока хранения продукции.

Физическое развитие человека напрямую зависит от наличия белка в его рационе. Регулярное потребление мяса в пищу является неотъемлемым условием для нормального развития и функционирования детского организма благодаря содержанию полноценного белка. Белки, содержащиеся в мясе, являются строительным материалом для мышц, костей, крови и органов. Отсутствие достаточного количества белка в пище может привести к замедлению роста и развития, а также ослаблению мышц и костей.

При выборе мяса для детского питания, необходимо учитывать его жировую составляющую. Мясо с высоким содержанием легкоплавких жиров будет лучше перевариваться и усваиваться организмом [3], [4]. Однако, стоит помнить, что детям необходимо получать жиры в оптимальном количестве.

Кроме того, мясо содержит витамины группы В, железо, цинк и другие важные минеральные элементы для развития детского организма. Железо необходимо для нормального функционирования организма, в том числе для работы кровеносной системы и иммунитета. Недостаток железа может привести к развитию анемии, которая сопровождается слабостью, снижением работоспособности и ухудшением когнитивных функций [5].

Бактериальное загрязнение пищевых продуктов патогенными микроорганизмами представляет серьезную угрозу для потребителей, так как может привести к развитию тяжелых пищевых отравлений, часто заканчивающихся трагическими последствиями [6]. Наблюдается увеличение влияния инфекций, вызываемых условно-патогенными микроорганизмами, ведущим к развитию более 100 различных видов гнойно-воспалительных заболеваний, особенно в экономически развитых странах в последние десятилетия, согласно исследованиям Батаева Д. С и коллег [7]. В связи с этим проблема исследования данной тематики остается актуальной.

Сегодня на рынке переработки пищевого сырья все большую роль играют инновационные технологии, которые позволяют сохранять больше витаминов и микроэлементов, продлевать срок годности сырья и полуфабрикатов [8].

Один из основных методов консервирования продуктов – это термическая обработка. Продукты подвергаются высокой температуре, чтобы уничтожить микроорганизмы и бактерии, которые могут вызывать порчу продукта. Кроме того, термическая обработка позволяет сохранить питательные вещества и вкусовые качества продукта [9], [10]. Используются также и другие традиционные методы консервирования продуктов, позволяющие задержать рост микроорганизмов, такие как, соление, добавление сахара, маринование, высушивание и прочие [11].

Инновационная технология обработки пищевых продуктов высоким давлением, известная как *HPP (High Pressure Processing)* или «нетепловая пастеризация», становится все более популярной и широко применяемой в пищевой промышленности. Ее основной принцип заключается в обработке продуктов под высоким давлением, что позволяет сохранить и усилить их качество в плане вкуса, аромата, текстуры и цвета [12].

Основное преимущество технологии *HPP* заключается в том, что она позволяет предотвратить разрушение пищевых компонентов под воздействием высоких температур, которые обычно используются в традиционной термической обработке. При этом происходит гидратация белков и формирование мелкоячеистой структуры, что способствует сохранению биологической и пищевой ценности продукта и достижению оптимальной текстуры [12], [13].

Технология *HPP* применяется в основном для обработки мясных продуктов, так как именно в них эта технология показывает свои лучшие результаты. При использовании *HPP* мясные изделия сохраняют свежий вкус и аромат, не теряют свою сочность и становятся более нежными и мягкими. Теоретические исследования показали, что обработка под высоким давлением позволяет убить патогенные микроорганизмы, такие как *Salmonella* и *Escherichia coli*, что повышает безопасность продукта [14].

Использование технологии *HPP* имеет и экологический аспект. По сравнению с традиционной термической обработкой, *HPP* требует гораздо меньше энергии, что позволяет сократить выбросы углекислого газа и уменьшить негативное влияние на окружающую среду. Однако, несмотря на все преимущества, *HPP* – это достаточно дорогостоящая технология, что может ограничивать ее широкое использование в пищевой промышленности. Тем не менее с развитием технологий и снижением стоимости оборудования, она становится все более доступной и все больше производителей начинают использовать *HPP* для улучшения качества своей продукции [15].

Материалы и методы исследования

В процессе изучения технологий для подавления и уничтожения патогенных микроорганизмов проведены исследования с производителями установок по обработке высоким давлением «Пищевой гидростат, модель 600MPa/30L» Толлинг центра ООО «РАН Технолджикс Групп» о возможности применения данного оборудования для мясных полуфабрикатов «Шницель из говядины», выработанных по ТУ, ТИ 10.13.14-030-376676459-2016 Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Исследования качественных показателей проводились на кафедре технологии питания Уральского государственного экономического университета.

Из проб охлажденных мясных полуфабрикатов «Шницель из говядины» были сформированы четыре группы: контрольная с фоновым содержанием микроорганизмов и три опытных. В опытные образцы 3-й и 4-й групп намеренно были внесены чистые культуры микроорганизмов рода *Salmonella*, рода *Listeria*.

Цель эксперимента: установить воздействие технологии по обработке высоким давлением на патогенные и непатогенные микроорганизмы в мясных охлажденных изделиях.

Подготовленные образцы для обработки высоким давлением, упаковывали в пакеты. Часть образцов заражена микроорганизмами. Заражение производилось смесью микроорганизмов, выращенных на питательных средах. Полуфабрикаты охлаждались до температуры +2 - +6 °С (табл. 1).

Таблица 1 - Наименование объектов исследования с указанием способов обработки

DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.31.1>

Образец	Группы объектов (полуфабрикат мясной охлажденный (ПМО))	Способ обработки высоким давлением
1	Шницель из говядины (ПМО не заражен, не обработан HPP)	не заражен микроорганизмами, не

Образец	Группы объектов (полуфабрикат мясной охлажденный (ПМО))	Способ обработки высоким давлением
		обработан высоким давлением, упакованный в пакет
2	Шницель из говядины, обработанный высоким давлением (ПМО не заражен, обработан <i>HPP</i>)	не заражен микроорганизмами, обработан (высокое давление 400 мПа в течении 5 мин), упакованный в пакет
3	Шницель из говядины зараженный (ПМО заражен, не обработан <i>HPP</i>)	заражен микроорганизмами, не обработан высоким давлением, упакованный в пакет
4	Шницель из говядины зараженный, обработанный высоким давлением (ПМО заражен, обработан <i>HPP</i>)	заражен микроорганизмами, обработан (высокое давление 400 мПа в течении 5 мин), упакованный в пакет

Бактерии группы кишечной палочки определяли по ГОСТ Р 52816-2007 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий); количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) - по ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов; золотистый стафилококк определяли по ГОСТ Р 52815-2007 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*.

Результаты и обсуждение

Показатели содержания. КМАФАнМ представлены на рис. 1 и 2.

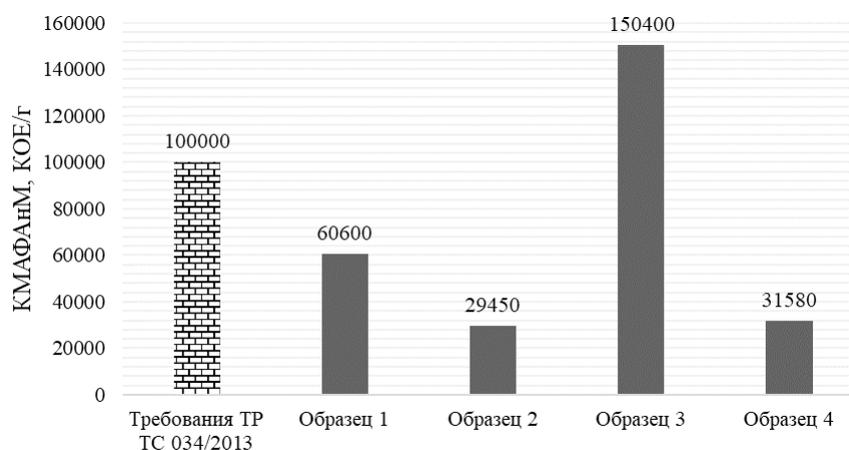


Рисунок 1 - Содержание КМАФАнМ в полуфабрикатах мясных охлажденных
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.31.2>

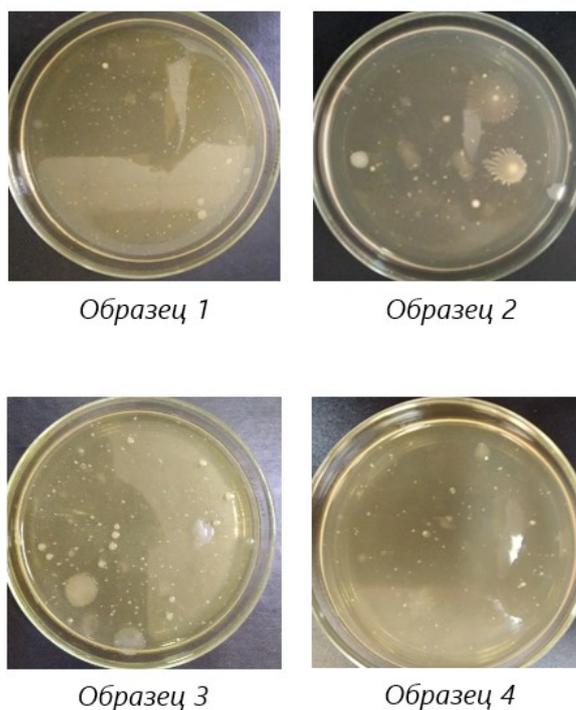


Рисунок 2 - Рост КМАФАнМ на мясо-пептонном агаре мясных охлажденных полуфабрикатов
DOI: <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.31.3>

Примечание: разведение 1:100 мл

В полуфабрикатах мясных для питания дошкольников и школьников количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов допускается в 1 г не более 1×10^5 КОЕ. В ПМО не зараженном, до обработки НРР КМАФАнМ составило $6,06 \times 10^4$ КОЕ/г, что фактически на 39,4 % ниже установленной нормы для данного вида мясных кусковых полуфабрикатов. Содержание КМАФАнМ в ПМО не зараженном микроорганизмами, обработанном НРР составляет $2,945 \times 10^4$ КОЕ/г, что фактически ниже установленной нормы на 70,55% и на 51% ПМО не зараженного, не обработанного НРР. Содержание КМАФАнМ в зараженном ПМО было выше нормы на $0,504 \times 10^5$ КОЕ/г. При обработке НРР ПМО зараженного, содержание КМАФАнМ снизилось на 68,4% от нормы и на 47,9% от ПМО не зараженного, не обработанного НРР.

Таким образом, при использовании высокого давления, КМАФАнМ снижено в 3,4 раза от нормативного содержания в ПМО и в 3,2 раза от содержания в зараженном ПМО.

Были проведены исследования содержания бактерий группы кишечной палочки (БГКП) в 0,001 г и в 1 г охлажденных мясных шницелей. Содержание БГКП по нормативу не допускается в 0,001 г. Результаты исследований показали: присутствие БГКП в ПМО зараженном микроорганизмами как в 0,001 г, так и в 1 г; присутствие БГКП в 1 г ПМО не зараженном, не обработанном НРР; отсутствие БГКП в 0,001 г для ПМО не зараженного, обработанного и не обработанного НРР, а также зараженного микроорганизмами, обработанного НРР. Таким образом, можно сделать выводы, что обработка высоким давлением снижает содержание бактерий группы кишечной палочки в полуфабрикатах мясных охлажденных.

Исследования проведенные на влияния содержание золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*) показали его отсутствие в 0,1 г (по нормативным показателям) и в 1 г для всех объектов полуфабрикатов мясных охлажденных не зараженных подвергнутых и не подвергнутых обработке высоким давлением и ПМО зараженного микроорганизмами, подвергнутого НРР. Вывод: воздействие НРР снижает содержание патогенного золотистого стафилококка в мясных охлажденных полуфабрикатах для питания детей и подростков.

Заключение

Проведенные исследования подтверждают, что использование высокого гидростатического давления снижают рост мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов на мясо-пептонном агаре на 70,55 % от установленной нормы технического регламента на мясные продукты. При использовании НРР также снижается содержание бактерий группы кишечной палочки и золотистого стафилококка. Использование высокого гидростатического давления при производстве мясных охлажденных полуфабрикатов с последующей транспортировкой до школьных столовых положительно сказывается на биологической безопасности полуфабрикатов, сохранении и пролонгирования сроков их хранения.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Елисеева Т. Мясо в питании человека, обзор актуальных вопросов и научные ответы на них / Т. Елисеева, Н. Ткачева, А. Шелестун // Журнал здорового питания и диетологии. — 2023. — Т. 24. — № 2. — с. 13-24.
2. Пономарев А.С. Анализ рынка мясных полуфабрикатов / А.С. Пономарев, Н.В. Заворохина // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: Материалы XI Международной научно-практической конференции, Орёл, 26 ноября 2021 года. — Орёл: Картуш, 2022. — с. 181-186.
3. Rust N.A. How to Transition to Reduced-meat Diets That Benefit People and the Planet / N.A. Rust, L. Ridding, C. Ward [et al.] // Science of the Total Environment. — 2020. — Vol. 718. — p. 137208. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.137208.
4. Рождественская Л.Н. Перспективы нутриентного профилирования для профилактики заболеваний и укрепления здоровья / Л.Н. Рождественская, С.П. Романенко, О.В. Чугунова // Индустрия питания. — 2023. — Т. 8. — № 2. — с. 63-72. — DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-7.
5. Панасенко Л.М. Роль основных минеральных веществ в питании детей / Л.М. Панасенко, Т.В. Карцева, Ж.В. Нефедова [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии. — 2018. — Т. 63. — № 1. — с. 122-127. — DOI: 10.21508/1027-4065-2018-63-1-122-127.
6. Гуцин В.В. Проблема безопасности птицепродуктов и пути ее решения Обзор по материалам зарубежных научных публикаций / В.В. Гуцин, Н.И. Риза-Заде, Г.Е. Русанова // Птица и птицепродукты. — 2009. — № 2. — с. 44-49.
7. Батаева Д.С. Идентификация микробиологических рисков контаминации туш крупного рогатого скота и свиней патогенными микроорганизмами при убое и переработке / Д.С. Батаева, Ю.К. Юшина, Е.В. Зайко // Теория и практика переработки мяса. — 2016. — Т. 1. — № 2. — с. 34-41. — DOI: 10.21323/2414-438X-2016-1-2-34-41.
8. Чугунова О.В. Эффективное использование продовольственных ресурсов в технологии пищевых систем / О.В. Чугунова, А.В. Арисов. — Курск: Университетская книга, 2022. — 189 с.
9. Милковски Э.Л. Увеличение сроков годности мясных продуктов / Э.Л. Милковски, В. Мурманн // Мясная индустрия. — 2008. — № 3. — с. 56-58.
10. Семенова А.А. Новые технологии увеличения сроков годности мясной продукции / А.А. Семенова, Л.И. Лебедева, В.В. Насонова [и др.] // Пищевая промышленность. — 2011. — № 4. — с. 24-26.
11. Саблина Н.П. Разработка кулинарных блюд из верблужатины, обработанной ферментным препаратом протосублином / Н.П. Саблина, Н.В. Долганова // Индустрия питания. — 2022. — Т. 7. — № 4. — с. 67-73. — DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-4-8.
12. Жаксылыкова М.О. Качественные показатели мяса при воздействии высокого гидростатического давления: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04 / Жаксылыкова Меруерт Омархановна. — М.: М. гос. академия прикладной биотехнологии, 1994. — 22 с.
13. Горбунова Н.А. О возможности использования высокого давления при производстве мясных продуктов / Н.А. Горбунова // Все о мясе. — 2012. — № 1. — с. 45-47.
14. Волков А.Ю. Использование высокого давления для решения проблемы загрязнения мясного сырья патогенными микроорганизмами / А.Ю. Волков, Л.А. Донскова, В.В. Коткова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2019. — № 11. — с. 92-96.
15. Сайт ООО «РАН Технолоджикс Групп». — URL: https://runtechnologies.com/vysokoie_davlenie (дата обращения: 01.11.2023).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Eliseeva T. Mjaso v pitanii cheloveka, obzor aktual'nyh voprosov i nauchnye otvety na nih [Meat in Human Nutrition, an Overview of Current Issues and Scientific Answers] / T. Eliseeva, N. Tkacheva, A. Shelestun // Zhurnal zdorovogo pitaniya i dietologii [Journal of Healthy Eating and Dietetics]. — 2023. — Vol. 24. — № 2. — p. 13-24. [in Russian]
2. Ponomarev A.S. Analiz rynka mjasnyh polufabrikatov [Market Analysis of Semi-finished Meat Products] / A.S. Ponomarev, N.V. Zavorohina // Potrebitel'skij rynek: kachestvo i bezopasnost' tovarov i uslug [Consumer Market: Quality and Safety of Goods and Services]: Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference, Orel, November 26, 2021. — Orel: Kartush, 2022. — p. 181-186. [in Russian]
3. Rust N.A. How to Transition to Reduced-meat Diets That Benefit People and the Planet / N.A. Rust, L. Ridding, C. Ward [et al.] // Science of the Total Environment. — 2020. — Vol. 718. — p. 137208. — DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.137208.
4. Rozhdestvenskaja L.N. Perspektivy nutrientnogo profilirovaniya dlja profilaktiki zabojevanij i ukreplenija zdorov'ja [Nutrient Profiling Prospects for Disease Prevention and Health Promotion] / L.N. Rozhdestvenskaja, S.P. Romanenko, O.V. Chugunova // Industrija pitaniya [Food Industry]. — 2023. — Vol. 8. — № 2. — p. 63-72. — DOI: 10.29141/2500-1922-2023-8-2-7. [in Russian]

5. Panasenko L.M. Rol' osnovnykh mineral'nykh veshhestv v pitanii detej [Role of the Main Mineral Substances in the Child Nutrition] / L.M. Panasenko, T.V. Karceva, Zh.V. Nefedova [et al.] // Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii [Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics]. — 2018. — Vol. 63. — № 1. — p. 122-127. — DOI: 10.21508/1027-4065-2018-63-1-122-127. [in Russian]
6. Gushhin V.V. Problema bezopasnosti pticeproduktov i puti ee reshenija Obzor po materialam zarubezhnykh nauchnykh publikacij [The Problem of Poultry Product Safety and Ways to Solve It. A Review Based on Materials from Foreign Scientific Publications] / V.V. Gushhin, N.I. Riza-Zade, G.E. Rusanova // Ptica i pticeprodukty [Poultry and Poultry Products]. — 2009. — № 2. — p. 44-49. [in Russian]
7. Bataeva D.S. Identifikacija mikrobiologicheskikh riskov kontaminacii tush krupnogo rogatogo skota i svinej patogennymi mikroorganizmami pri uboe i pererabotke [Identification of the Microbiological Risks of Contamination of Cattle and Pig Carcasses with Pathogens at Slaughter and Processing] / D.S. Bataeva, Ju.K. Jushina, E.V. Zajko // Teorija i praktika pererabotki mjasa [Theory and Practice of Meat Processing]. — 2016. — Vol. 1. — № 2. — p. 34-41. — DOI: 10.21323/2414-438X-2016-1-2-34-41. [in Russian]
8. Chugunova O.V. Jeffektivnoe ispol'zovanie prodovol'stvennykh resursov v tehnologii pishhevykh sistem [Effective Use of Food Resources in Food System Technology] / O.V. Chugunova, A.V. Arisov. — Kursk: University Book, 2022. — 189 p. [in Russian]
9. Milkovski Je.L. Uvelichenie srokov godnosti mjasnykh produktov [Increasing the Shelf Life of Meat Products] / Je.L. Milkovski, V. Murmann // Mjasnaja industrija [Meat Industry]. — 2008. — № 3. — p. 56-58. [in Russian]
10. Semenova A.A. Novye tehnologii uvelichenija srokov godnosti mjasnoj produkcii [New Technologies for Increasing the Shelf Life of Meat Products] / A.A. Semenova, L.I. Lebedeva, V.V. Nasonova [et al.] // Pishhevaja promyshlennost' [Food Industry]. — 2011. — № 4. — p. 24-26. [in Russian]
11. Sablina N.P. Razrabotka kulinarnykh bljud iz verbljuzhatiny, obrabotannoje fermentnym preparatom protosubtilinom [Culinary Recipes Development from Camel Meat Treated with the Enzyme Preparation Protosubtilin] / N.P. Sablina, N.V. Dolganova // Industrija pitaniya [Food Industry]. — 2022. — Vol. 7. — № 4. — p. 67-73. — DOI: 10.29141/2500-1922-2022-7-4-8. [in Russian]
12. Zhaksylykova M.O. Kachestvennye pokazateli mjasa pri vozdejstvii vysokogo gidrostaticheskogo davlenija [Qualitative Indicators of Meat under the Influence of High Hydrostatic Pressure]: abstract dis. ... of PhD in Technical Sciences: 05.18.04 / Zhaksylykova Meruert Omarhanovna. — Moscow: State Academy of Applied Biotechnology, 1994. — 22 p. [in Russian]
13. Gorbunova N.A. O vozmozhnosti ispol'zovanija vysokogo davlenija pri proizvodstve mjasnykh produktov [On the Possibility of Using High Pressure in the Production of Meat Products] / N.A. Gorbunova // Vse o mjase [All about Meat]. — 2012. — № 1. — p. 45-47. [in Russian]
14. Volkov A.Ju. Ispol'zovanie vysokogo davlenija dlja reshenija problemy zagrjaznenija mjasnogo syr'ja patogennymi mikroorganizmami [The Use of High Pressure to Solve the Problem of Contamination of Raw Meat with Pathogenic Microorganisms] / A.Ju. Volkov, L.A. Donskova, V.V. Kotkova // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanij [International Journal of Applied and Fundamental Research]. — 2019. — № 11. — p. 92-96. [in Russian]
15. Sajt OOO «RAN Tehnologicheskij Grupp» [Website of RAS Technologies Group LLC]. — URL: https://runtechnologies.com/vysokoie_davlenie (accessed: 01.11.2023). [in Russian]