ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-177-184
УДК 637.5:61.5

Оригинальная статья
http://fptt.ru/

Технологическая разработка сохранения пищевой ценности и повышения усвояемости мясных блюд

Э. Ф. Абдурахманов

ФГБОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева»,
199034, Россия, г Санкт-Петербург, наб. Макарова, 8

e-mail: elshan2709@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 01.04.2019
Дата принятия в печать: 21.06.2019

© Э. Ф. Абдурахманов, 2019

Аннотация. Процесс приготовления блюд из скоропортящихся продуктов является важным, но сложным. Огромную роль в технологическом процессе приготовления пищи играет технологическое оборудование, а также профессиональные навыки повара. Для исключения из этого процесса влияния повара необходима разработка новых тепловых аппаратов, обеспечивающих автоматическую кулинарную (тепловую) обработку пищи без участия обслуживающего персонала, а также обеспечивающих интенсификацию процесса и снижение теплопотерь и энергозатрат. Данная задача является актуальной при приготовлении пищи в закрытых (ограниченных) пространствах. Для ее решения были изучены перспективные направления тепловой обработки, проведено сравнение и влияние полей (СВЧ, ультразвукового, инфракрасного) на продукт питания и технологический процесс. В результате анализа было принято решение, что использование режима гриль для тепловой обработки порционных и мелкокусковых полуфабрикатов из нежилованного мяса является перспективным. Новизна предложенного камбузного гриль КГ-1 заключается в применении обработки мясных (порционных (m = 80–120 г) и мелкокусковых (m = 30–40 г)) полуфабрикатов в режиме гриль, а также в нанесении на его внутренние стенки специального отражающего ИК-излучения покрытия, а на внешние – жаропрочного и высокоэффективного кварцевого аэрогеля ХТ (гибкий теплоизоляционный материал). Интенсификация приготовления мясных блюд обеспечивается за счет использования модуля из сборных кварцевых ТЭНов, размещенных на расстоянии 4,5–5 см от продукта питания. Предложенные конструктивные изменения теплового аппарата камбузный гриль КГ-1, в отличие от традиционных устройств, обеспечивает: снижение температуры наружных стенок с 220 °С до 60 °С; потребления электроэнергии на 24–26 %; продолжительности приготовления мясных блюд на 20–25 %; сброс дыма и пара в систему сточных вод, снижая нагрузку на системы очистки (фильтрации) воздуха в подводном положении и вентиляции; сократить тепловые потери в 1,3–1,5 раз; повышение КПД на 16–20 %; расширение функциональных возможностей и ассортимента блюд из мяса с высокими вкусовыми качествами.

Ключевые слова. Камбуз, продовольствие, технология, процесс, обработка, гриль, конвекция, тепловой аппарат

Для цитирования: Абдурахманов, Э. Ф. Технологическая разработка сохранения пищевой ценности и повышения усвояемости мясных блюд / Э. Ф. Абдурахманов // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 2. – С. 177–184. DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-177-184.

Original article

Available online at http://fptt.ru/eng

Technological Solution for Preserving Nutritional Value and Increasing the Digestibility of Meat Dishes

E.F. Abdurakhmanov

General A.V. Khrulev Military Academy for Logistics,
8, Makarova Str., St. Petersburg, Russia, 199034

e-mail: elshan2709@mail.ru

Received: April 01, 2019
Accepted: June 21, 2019

© E.F. Abdurakhmanov, 2019

Abstract. Cooking perishable foods is an important and complicated process. Technological equipment plays a huge role in the cooking process, as well as the professional skills of the cook. To exclude the influence of the cook from this process, it is necessary to develop new heating equipment that would provide automatic culinary (heat) food processing without the participation of personnel, as well as intensify the process and reduce heat and energy consumption. This task is especially relevant when cooking in closed (restricted) spaces is concerned. The present research featured perspective directions of heat treatment. The authors compared the effect of microwave, ultrasonic, and infrared fields on the product and the technological process. The analysis proved that the grill mode provided the best option for heat treatment of portioned and small-sized semi-finished products from non-graded meat. Heat treatment of semi-finished products occurs without their contact with any heat transfer surface or coolant. The processing

principle is based on the fact that free water contained in semi-finished products intensively absorbs IR radiation with a wave length of λ=1.0–1.2 μm, thus heating the inner layers of the food product. The radiation energy converted into heat energy is transferred to the inner layers of the product and reaches its core. Forced convection during the heat treatment in the 'grill' mode intensifies the speed of heating and cooking. Unlike conductive heating, the surface of the product remains open, which lets the layers cool down. This makes it possible to deliver an intense heat flux to the product. The author developed a KG-1 galley grill that can process portionedmeat (80–120 g) and small-sized semi-finished products (30–40 g) in the grill mode. The internal walls are coated with a special stuff that reflects IR-radiation, while the external walls are covered with a heat-resistant andhighly efficient quartz aerogel, which is a flexible thermal insulation material. A set of prefabricated quartz heaters are located at a distance of 4.5–5 cm from the food product, which intensifies the cooking process. The proposed structural changes decreased the temperature of the outer walls from 220°C to 60°C; lowered electricity consumption by 24–26%; shortened the cooking time by 20–25%; reduced the discharge of smoke and steam into the sewage system; improved filtering and ventilation; reduced heat losses by 1.3–1.5; increased efficiency by 16–20%; expanded the functionality and assortment of high quality meat dishes.

Keywords. Galley, food, technology, process, processing, grill, convection, heat apparatus

For citation: Abdurakhmanov EF. Technological Solution for Preserving Nutritional Value and Increasing the Digestibility of Meat Dishes. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(2):177–184. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-177-184.

Введение

В целях реализации государственных программ РФ «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы, «Развитие оборонно-промышленного комплекса», стратегии развития морской деятельности РФ до 2030 года, а также развития системы материально-технического обеспечения военнослужащих, в частности продовольственного обеспечения, необходима разработка перспективных технических и технологических разработок, обеспечивающих повышение эффективности технологического оборудования и технологических процессов приготовления пищи в закрытых (ограниченных) пространствах подводной лодки [1–4]. Анализ исследований показал, что работы в данном направлении ведутся, но по своим техническим характеристикам не отвечают предъявляемым требованиям [5–13]. Для решения поставленной задачи необходима разработка теплового аппарата, обеспечивающего интенсификацию приготовления блюд с возможностью сохранения пищевой ценности исходного сырья.

Объект и методы исследования

В целях ускорения кулинарной (механической и тепловой) обработки продуктов питания из нежилованного мяса и сохранения пищевой ценности исходного сырья в закрытых (ограниченных) пространствах камбуза дизельной подводной лодки предложена технологическая разработка сохранения пищевой ценности и повышения усвояемости мясных блюд. Интенсификация подготовки и созревания полуфабриката обеспечивается за счет применения разрядно-импульсного удара и тепловой обработки в потоке электромагнитного излучения ИК-спектра в режиме «Гриль» [14].

Технологическое решение основано на том, что в процессе механической разрядно-импульсной обработки полуфабрикат увеличивается в объеме за счет разрыва коллагеновых связей и проникновения рассола. Свободная вода, содержащаяся в полуфабрикатах, при тепловой обработки интенсивно поглощает ИК-излучение с длиной волны λ = 1,0–1,2 мкм, нагревая поверхностный слой продукта. Энергия излучения преобразуется в тепловую энергию и передается нижним слоям продукта вплоть до центральной области.

Результаты и их обсуждение

Данная технологическая разработка отличается тем, что для расширения ассортимента блюд из мяса, сохранения их питательных веществ, снижения усилий среза, усилий на разрыв и повышения нежности, мягкости, усвояемости в условиях закрытых (ограниченных) пространств используется новое камбузное технологическое оборудование: устройство для тендеризации в жидких средах УТЖС-1, устройство для тендеризации УТ-0,1, камбузный гриль КГ-1.

Кулинарная обработка мясных блюд с сохранением пищевой ценности и повышения их усвояемости включает 4 основные технологические операции (рис. 1): подготовительную (размораживание, зачистка поверхности, омывание, обсушивание, разделка туш, деление на отрубы, обвалка отрубов, выделение крупнокусковых полуфабрикатов, приготовление порционных полуфабрикатов, подготовка рассола); механическая обработка; подготовка к тепловой обработке, деление на порции, размещение в жарочной камере технологического оборудования; тепловая обработка.

Рассмотрим предложенную технологическую разработку сохранения пищевой ценности и повышения усвояемости мясных блюд с подробным описанием каждой технологической операции.

1. Подготовительная операция. Проводится до начала кулинарной обработки и включает несколько этапов первичной обработки мясного сырья [14]. Количество этапов зависит от вида сырья (туша, полутуша, отруб). Новизной подготовительной операции является подготовка рассола. В подготовленной воде температурой t = 10–16 °C смешиваются (из расчета на 1 кг готового продукта) поваренная соль – 7 %, специи (перец черный молотый) – 0,1 %, сахар – 1,5 %, пищевая добавка нитрат натрия ($NaNO_2$, E250) – 0,015 %.

Добавление добавки E250 в рассол придает красную окраску и защищает полуфабрикат от окисления и порчи бактериями (botulinum), которые являются возбудителями ботулизма – серьезной пищевой

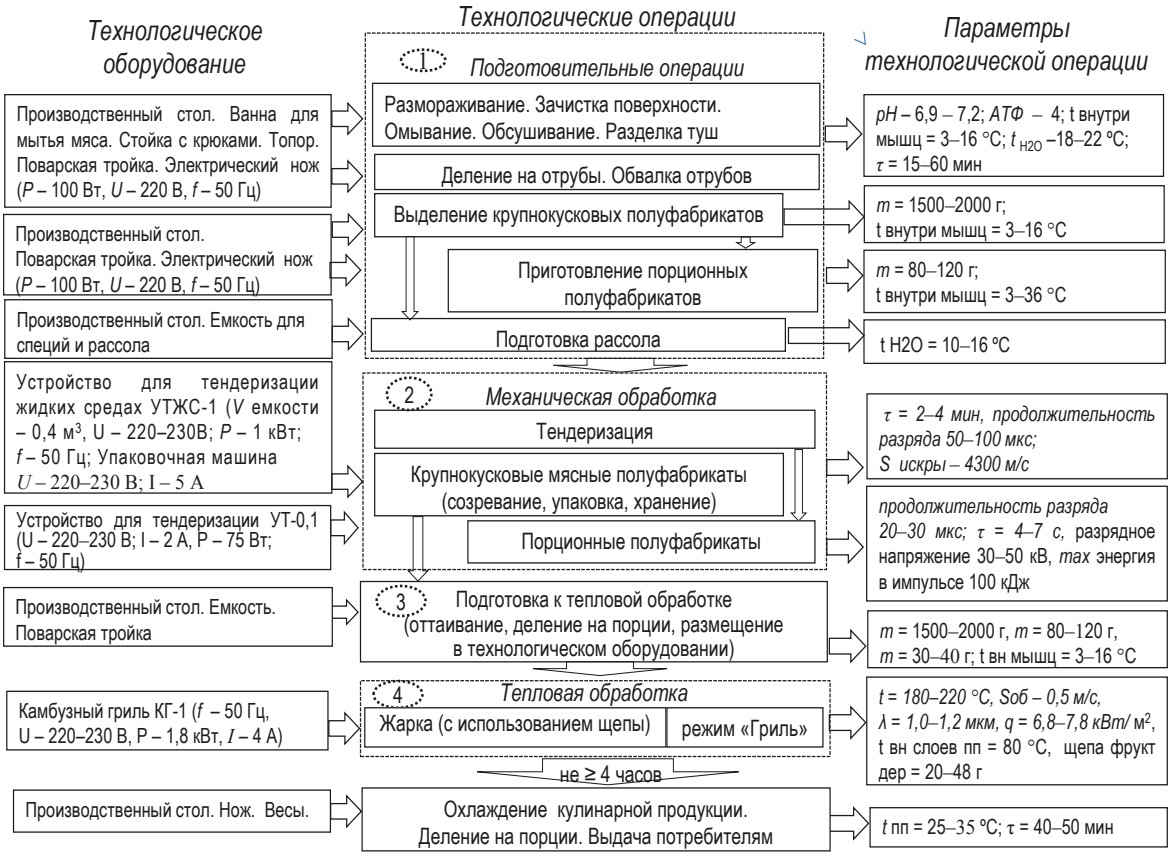

Рисунок 1. Технологические операции технологической разработки сохранения пищевой ценности и повышения усвояемости мясных блюд

Figure 1. Technological operations of the technological solution aimed at preserving the nutritional value and increasing the digestibility of meat dishes

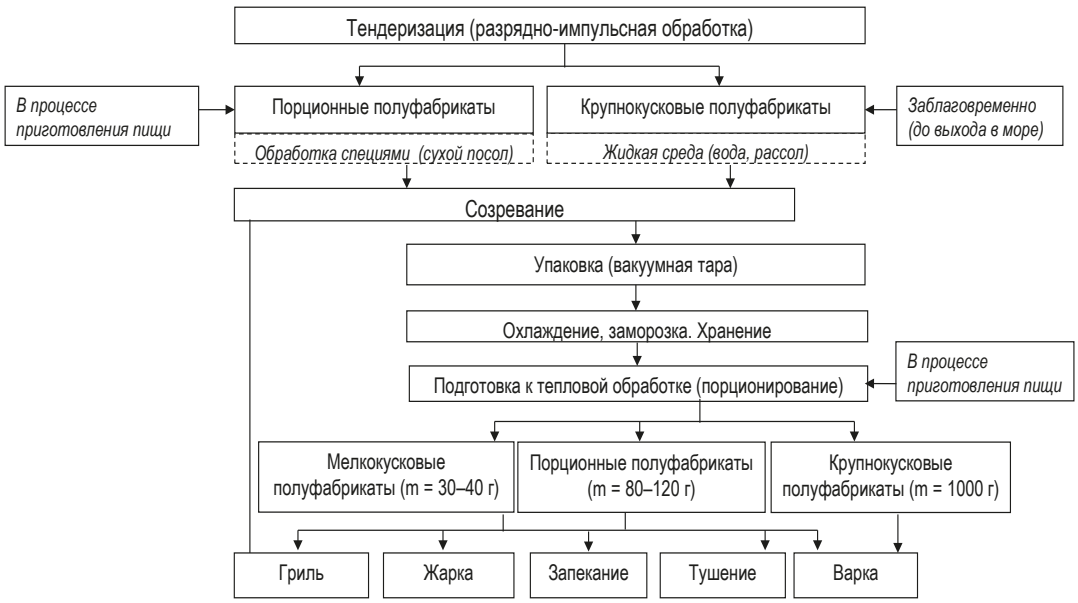

Рисунок 2. Способы механической обработки мясного сырья в предлагаемой технологической разработке

Figure 2. Methods of mechanical processing of raw meat in the proposed technological solution

интоксикации, приводящей к поражению нервной системы [15].

2. Механическая обработка мясных полуфабрикатов. Реализуется двумя способами, представленными на рисунке 2.

Разрядно-импульсная обработка (РИО) реализуется как в технологическом процессе приготовления мясных блюд, так и заблаговременно (на объектах промышленно-экономического комплекса страны). Крупнокусковые мясные полуфабрикаты массой

Рисунок 3. Изменения при разрядно-импульсной обработки на мясной полуфабрикат

Figure 3. Effect of pulse-type processing on the meat semi-finished product

m = 1500–2000 г подвергаются РИО в жидкой среде (рассоле) и упаковываются в вакуумные пакеты. Это позволяет сократить время затрат, повысить качественные показатели полуфабрикатов, расширить возможности по приготовлению мясных продуктов питания в закрытых (ограниченных) пространствах.

Рассол является хорошим трансформатором энергии, выделяющейся в канале. Импульсное выделение электрической энергии в последнем, благодаря малой сжимаемости жидкости, приводит к росту давления в плазме. Высокое давление формирует и распространяет в окружающей среде интенсивные возмущения.

Возникающие в рассоле разрядно-импульсные удары разрушают хрящи и другие прочные части мяса, активно действуют механические силы, достаточные для разрушения межволоконных коллагеновых связей, создающие разрядно-импульсной волной гидравлическое сопротивление (рис. 3).

Разрядно-импульсные удары при воздействии на дезинтеграцию биологических тканей обеспечивают полное сохранение витаминов $А_2$, $Д_2$, $В_{12}$ [16–26]. Аскорбиновая кислота в виде водных растворов окисляется в значительно меньшей степени, чем при термической обработке [18, 27]. Предложенная технологическая операция обеспечивает сохранение мясного сока, содержание нутриентов, увеличение объема и массу полуфабриката (рис. 4).

3. Подготовка к тепловой обработке. При реализации данной технологической операции осуществляется подготовка полуфабрикатов к тепловой обработке: оттаивание, деление на порции, размещение в технологическом оборудовании.

Операция осуществляется как заблаговременно с использованием крупнокусковых полуфабрикатов прошедших РИО и созревание, так и при подготовке к тепловой обработке в непрерывном технологическом процессе. Полуфабрикаты порционируются в соответствии с технологической картой блюда, фиксируются на вспомогательном технологическом оборудовании (шампур, вертел), размещаются в жарочной камере теплового аппарата.

4. Тепловая обработка мясных полуфабрикатов в режиме «Гриль». Тепловая обработка полуфабрикатов из мяса в потоке электромагнитного излучения

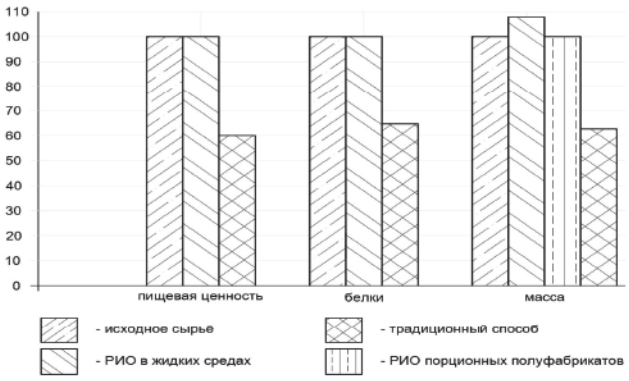

Рисунок 4. Сравнительные характеристики тендеризации полуфабриката

Figure 4. Comparative characteristics of the tenderized semi-finished product

ИК-спектра происходит без их контакта с какой-либо теплопередающей поверхностью или теплоносителем. Принцип обработки основан на том, что свободная вода, содержащаяся в полуфабрикатах, интенсивно поглощает ИК-излучение с длиной волны λ = 1,0–1,2 мкм, нагревая внутренние слои продукта питания. Энергия излучения, преобразованная в тепловую энергию, передается внутренним слоям продукта вплоть до центральной его области.

Принудительная конвекция в процессе тепловой обработке в режиме «Гриль» интенсифицирует прогрев и скорость приготовления продуктов питания. В отличие от кондуктивного нагрева, при обработке в режиме «Гриль» поверхность продукта остается открытой. Это обеспечивает охлаждение этих слоев, а также возможность подводить к продукту интенсивный поток тепла.

На поверхности порционных продуктов, охваченных жаром от преобразования ИК-волн в тепло, происходит интенсивная коагуляция белков, причем на глубине до 5 мм одновременно. Это позволяет подводить значительные мощности, которые затем в виде кондуктивной теплопередачи поступают вглубь мясной порции. Это обеспечивает сохранение мясного сока, делая порции сочными, ароматными и пышными. Зависимость продолжительности тепло-

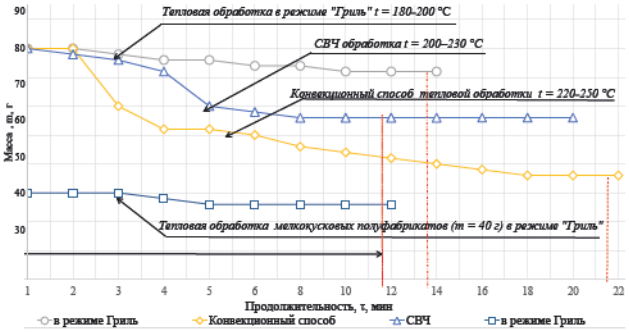

Рисунок 5. Зависимости продолжительности тепловой обработки мясных полуфабрикатов от способа

Figure 5. Effect of the method on the heat treatment duration

вой обработки мясных полуфабрикатов от способа наложения тепла представлена на рисунке 5.

Температура внутренних слоев продукта питания достигает t = 80–85 °С, а температура поверхностного слоя t = 130 °С, что способствует образованию поджаристой корочки.

На заключительном этапе приготовления мясных блюд используется гриль в области ИК-спектра. Энергия подается плотностью 6–10 кВт/м^2 с длиной волны 1,1 мкм. При этих параметрах продукт доводится до состояния готовности к употреблению. Это позволяет сократить продолжительность тепловой обработки и улучшить показатели качества готовой продукции [28].

Выводы

Показано влияние разрядно-импульсной обработки крупнокусковых полуфабрикатов в жидких средах и тепловой обработки в режиме «Гриль» (λ = 1,0–1,2 мкм) на продолжительность приготовления мелкокускового продукта питания (шашлыка) по предложенной технологической разработке.

Новизна технологической разработки заключается в том, что воздействие предлагаемой разрядно-импульсной обработки обеспечивает равномерный разрыв коллагеновых волокон, сухожилий и хрящей исходного сырья при равномерном просаливании его структуры, а тепловая обработка в режиме «Гриль» снижает интенсивность испарения мясного сока, ускорение передачи тепла к внутренним слоям за счет интенсивного потока тепла.

Практическая значимость заключается в реализации предложенной технологической разработки в закрытых (ограниченных) пространствах при снижении физических и временных затрат обслуживающего персонала, улучшении физико-химических и органолептических показателей, вкусовых качеств, усвояемости и сохранения пищевой ценности продуктов питания из нежилованного мяса при одновременном его просаливании и обеспечении увеличения срока продолжительности хранения полуфабрикатов в 3–4 раза. Это обеспечивает сокращение продолжительности приготовления мясных блюд на 20 %, повышение массы полуфабрикатов на 16–20 %, пищевой ценности готовых блюд на 11–13 % [29].

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Выражаю благодарность профессорско-преподавательскому составу кафедры № 3 (материального обеспечения) «Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева».

Финансирование

Материалы подготовлены в рамках выполнения диссертационного исследования.

Список литературы

1. Целыковских, А. А. Система материально-технического обеспечения военной организации государства: особенности функционирования и перспективы развития в современных экономических условиях / А. А. Целыковских, А. Х. Курбанов, В. А. Плотников // Управленческое консультирование. – 2014. – Т. 72, № 12. – С. 16–28.

2. Топоров, А. В. Методологические основы военно-экономической эффективности интегрированной системы материально-технического обеспечения / А. В. Топоров, В. И. Бабенков // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. – 2017. – Т. 99, № 4. – С. 13–22.

3. Бабенков, В. И. Нормативно-методическое обеспечение государственных заказов по приоритетным инновационным проектам / В. И. Бабенков, А. В. Бабенков // «Теория и практика приоритетных научных исследований» : сборник научных трудов материалов международной научно-практической конференции. – Смоленск, 2016. – С. 112–114.

4. Абдурахманов, Э. Ф. Особенности организации питания экипажей подводных лодок в походе / Э. Ф. Абдурахманов, М. В. Безгин // «Ресурсное обеспечение силовых министерств и ведомств: вчера, сегодня, завтра» : сборник статей II международной научно-практической конференции / Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации. – Пермь, 2016. – С. 9–12.

5. Романчиков, С. А. Инновационные решения для повышения пищевой ценности продовольственного пайка / С. А. Романчиков, О. И. Николюк // «Ресурсное обеспечение силовых министерств и ведомств: вчера, сегодня, завтра» : сборник статей II международной научно-практической конференции / Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации. – Пермь, 2016. – С. 308–311.

6. Верболоз, Е. И. Особенности низкотемпературной тепловой обработки мясопродуктов в пароконвектомате с наложением ультразвуковых колебаний / Е. И. Верболоз, С. А. Романчиков // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2017. – Т. 79, № 3 (73). – С. 35–41.

7. Савельев, А. П. Расширение ассортимента хлебобулочной продукции и ресурсосбережения процесса выпечки / А. П. Савельев, Г. В. Алексеев, О. И. Николюк // Ползуновский Вестник. – 2018. – № 2. – С. 65–68. DOI: https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.02.012.

8. Алексеев, Г. В. Возможности изготовления энерго-ресурсосберегающих емкостей для приготовления пищи / Г. В. Алексеев, С. А. Романчиков, А. П. Савельев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 3. – С. 83–88.

9. Романчиков, С. А. Пути повышения коэффициента полезного действия тепловых аппаратов / С. А. Романчиков, Д. В. Фитерер // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева. – 2016. – Т. 6, № 2. – С. 118–121.

10. Романчиков, С. А. Способ электростимуляции парного мяса для ускорения процесса созревания / С. А. Романчиков // Ползуновский вестник. – 2018. – № 3. – С. 84–89. DOI: https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.03.015.

11. Романчиков, С. А. Устройство для замедления микробиологических процессов в продуктах питания / С. А. Романчиков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2018. – Т. 7, № 4 (44). – С. 196–200.

12. Романчиков, С. А. Устройство для ультразвуковой ускоренной сушки макаронных изделий в поле инфракрасного излучения / С. А. Романчиков // Ползуновский вестник. – 2018. – № 1. – С. 70–76. DOI: https:doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.014.

13. Николюк, О. И. Технология макаронных изделий повышенной пищевой ценности в ультразвуковом поле / О. И. Николюк // Хлебопродукты. – 2018. – № 12. – С. 47–51. DOI: https://doi.org/10.32462/0235-2508-2018-0-12-47-51.

14. Пат. 2655406 РФ, МПК A47J 37/04, A47J 37/06. Устройство по гриль-обработке мяса / Романчиков С. А., Абдурахманов Э. Ф.; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО ВАМТО. – № 2016130552; заявл. 25.17.2016; опубл. 28.05.2018; Бюл. № 16. – 156 с.

15. E250 – Нитрит натрия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dobavkam.net/additives/e250. – Дата обращения: 01.03.2019.

16. Ивашкин, Ю. А. Моделирование процессов тепловой обработки мясопродуктов с использованием инфракрасного энергоподвода / Ю. А. Ивашкин, М. А. Беляева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 10. – С. 46–50.

17. Рогов, И. А. Сравнительный анализ влияния инфракрасной и сверхвысокочастотной энергии на микроструктуру говяжьего мяса в процессе тепловой обработки / И. А. Рогов, М. А. Беляева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 10. – С. 18.

18. Беляева, М. А. Влияние инфракрасного и сверхвысокочастотного нагрева на пищевую ценность говяжьего мяса / М. А. Беляева // Вопросы питания. – 2005. – Т. 74, № 1. – С. 36–38.

19. Effect of sodium bicarbonate residue on some characteristics of processed meat products / B. Akbari-adergani, N. Sallak, G. Jahed khaniki [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2018. – Vol. 6, № 2. – P. 249–255. DOI: https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-249-255.

20. Barbut, S. Meat Color and Flavor / S. Barbut // Poultry Products Processing: An Industry Guide / S. Barbut. – New York : CRC Press, 2002. – 429–465 p.

21. Chicken Breast Meat Marinated with Increasing Levels of Sodium Bicarbonate / M. Petracci, L. Laghi, S. Rimini [et al.] // Journal of Poultry Science. – 2014. – Vol. 51, № 2. – P. 206–212. DOI: https://doi.org/10.2141/jpsa.0130079.

22. Effect of freezing prior to aging on myoglobin redox forms and CIE color of beef from Nellore and Aberdeen Angus cattle / C. N. Aroeira, R. de Almeida Torres Filho, P. R. Fontes [et al.] // Meat Science. – 2017. – Vol. 125. – P. 16–21. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.010.

23. Changes in taste compounds, breaking properties, and sensory attributes during dry aging of beef from Japanese black cattle / F. Iida, Y. Miyazaki, R. Tsuyuki [et al.] // Meat Science. – 2016. – Vol. 112. – P. 46–51. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.015.

24. Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef *gluteus medius* aged in a dry ageing bag or vacuum / X. Li, J. Babol, A. Wallby [et al.] // Meat Science. – 2013. – Vol. 95, № 2. – P. 229–134. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.009.

25. Marbled beef quality grades under various ageing conditions / I. Kozyrev, T. Mittelshtein, V. Pchelkina [et al.] // Foods and Raw Materials. – 2018. – Vol. 6, № 1. – P. 429–437. DOI: https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-429-437.

26. Вржесинская, О. А. Использование в питании человека обогащенных пищевых продуктов: оценка максимально возможного поступления витаминов, железа, кальция / О. А. Вржесинская, В. М. Коденцова // Вопросы питания. – 2007. – Т. 76, № 4. – С. 41–48.

27. Коденцова, В. М. Анализ отечественного и международного опыта использования обогащенных витаминами пищевых продуктов / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № 2. – С. 31–50.

28. Акт проведения исследований // Вестник Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулева. – 2018. – № 6. – С. 8.

29. Топоров, А. В. Оценка военно-экономическая эффективности использования нового камбузного оборудования для дизельных подводных лодок военно-морского флота / А. В. Топоров, Э. Ф. Абдурахманов // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал. – 2018. – Т. 48, № 4. – С. 62–64.

References

1. Tselykovskikh AA, Kurbanov AH, Plotnikov VA. System of Material Support of the Military Organization of the State: Features of Functioning and Prospect of Development in Modern Economic Conditions. Administrative Consulting. 2014;72(12):16–28. (In Russ.).

2. Toporov AV, Babenkov VI. Methodological bases of military-economic efficiency of integrated logistics systems. Izvestiya Rossiyskoy akademii raketnykh i artilleriyskikh nauk [Proceedings of the Russian Academy of Missile and Artillery Sciences]. 2017;99(4):13–21. (In Russ.).

3. Babenkov VI, Babenkov AV. Normativno-metodicheskoe obespechenie gosudarstvennykh zakazov po prioritetnym innovatsionnym proektam [Regulatory and methodological support of state orders for priority innovative projects]. 'Teoriya i

praktika prioritetnykh nauchnykh issledovaniy': sbornik nauchnykh trudov materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii ['Theory and Practice of Priority Scientific Research': Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]; 2016; Smolensk. Smolensk: Novalenso; 2016. p. 112–114. (In Russ.).

4. Abdurakhmanov EF, Bezgin MV. The feeding habits of submarine crews in a hike. 'Resursnoe obespechenie silovykh ministerstv i vedomstv: vchera, segodnya, zavtra': sbornik statey II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii ['Resource support of power ministries and departments: yesterday, today, tomorrow': Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference]; 2016; Perm. Perm: Perm Military Institute of the Internal Troops of the Ministry of the Interior of the Russian Federation; 2016. p. 9–12. (In Russ.).

5. Romanchikov SA, Nikolyuk OI. Innovative solutions for increasing the nutritional value of food rations. 'Resursnoe obespechenie silovykh ministerstv i vedomstv: vchera, segodnya, zavtra': sbornik statey II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii ['Resource support of power ministries and departments: yesterday, today, tomorrow': Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference]; 2016; Perm. Perm: Perm Military Institute of the Internal Troops of the Ministry of the Interior of the Russian Federation; 2016. p. 308–311. (In Russ.).

6. Verboloz EI, Romanchikov SA. Features of the low-temperature heat treatment of meat products in a combi steamer with the imposition of ultrasonic vibrations. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2017;79(3)(73):35–41. (In Russ.).

7. Savel′ev AP, Alekseev GV, Nikolyuk OI. Rasshirenie assortimenta khlebobulochnoy produktsii i resursosberezheniya protsessa vypechki [Expanding the range of bakery products and resource-saving baking process]. Polzunovsky vestnik. 2018;(2):65–68. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.02.012.

8. Alexeev GV, Romanchikov SA, Savelev AP. Opportunities for Manufacture of Energy-Resources-Saving Cream for Preparing Food. Storage and Processing of Farm Products. 2018;(3):83–88. (In Russ.).

9. Romanchikov SA, Fiterer DV. Ways of increasing the thermal machines efficiency. Vestnik Voennoy akademii material′no-tekhnicheskogo obespecheniya im. generala armii A.V. Khruleva [Bulletin of General A.V. Khrulev Military Academy for Logistics]. 2016;6(2):118–121. (In Russ.).

10. Romanchikov SA. Sposob ehlektrostimulyatsii parnogo myasa dlya uskoreniya protsessa sozrevaniya [Electric stimulation of slaughterwarm meet for ripening process acceleration]. Polzunovsky vestnik. 2018;(3):84–89. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.03.015.

11. Romanchikov SA. Device for lasting microbiological processes in food products. XXI Century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus. 2018;7(4)(44):196–200. (In Russ.).

12. Romanchikov SA. Ustroystvo dlya ul′trazvukovoy uskorennoy sushki makaronnykh izdeliy v pole infrakrasnogo izlucheniya [Equipment for ultrasonic accelerated drying of pasta in IR field]. Polzunovsky vestnik. 2018;(1):70–76. (In Russ.). DOI: https:doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.01.014.

13. Nikolyuk OI. Technology of macaroni products of high nutritional value in ultrasonic field. Bread products. 2018;(12):47–51. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.32462/0235-2508-2018-0-12-47-51.

14. Romanchikov SA, Abdurakhmanov EhF. Ustroystvo po gril′-obrabotke myasa [Meat grill equipment]. Russian patent RU 2016130552. 2018.

15. E250 – Nitrit natriya [E250 – Sodium Nitrite] [Internet]. [cited 2019 Mar 01]. Available from: https://dobavkam.net/additives/e250.

16. Ivashkin YuA, Belyaeva MA. Modelling of processes of thermal processing of meat products with use of infra-red energy feeder. Storage and Processing of Farm Products. 2006;(10):46–50. (In Russ.).

17. Rogov IA, Belyaeva MA. Sravnitel′nyy analiz vliyaniya infrakrasnoy i sverkhvysokochastotnoy ehnergii na mikrostrukturu govyazh′ego myasa v protsesse teplovoy obrabotki [Comparative analysis of the effect of infrared and microwave energy on the microstructure of beef during heat treatment]. Storage and Processing of Farm Products. 2005;(10):18. (In Russ.).

18. Belyaeva MA. Vliyanie infrakrasnogo i sverkhvysokochastotnogo nagreva na pishchevuyu tsennost′ govyazh′ego myasa [The effect of infrared and microwave heating on the nutritional value of beef]. Problems of Nutrition. 2005;74(1):36–38. (In Russ.).

19. Akbari-adergani B, Sallak N, Jahed khaniki G, Rastkari N, Sadighara P. Effect of sodium bicarbonate residue on some characteristics of processed meat products. Foods and Raw Materials. 2018;6(2):249–255. DOI: https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-249-255.

20. Barbut S. Meat Color and Flavor. In: Barbut S, editor. Poultry Products Processing: An Industry Guide. New York: CRC Press; 2002. pp. 429–465.

21. Petracci M, Laghi L, Rimini S, Rocculi P, Capozzi F, Cavani C. Chicken Breast Meat Marinated with Increasing Levels of Sodium Bicarbonate. Journal of Poultry Science. 2014;51(2):206–212. DOI: https://doi.org/10.2141/jpsa.0130079.

22. Aroeira CN, de Almeida Torres Filho R, Fontes PR, de Lemos Souza Ramos A, de Miranda Gomide LA, Ladeira MM, et al. Effect of freezing prior to aging on myoglobin redox forms and CIE color of beef from Nellore and Aberdeen Angus cattle. Meat Science. 2017;125:16–21. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.010.

23. Iida F, Miyazaki Y, Tsuyuki R, Kato K, Egusa A, Ogoshi H, et al. Changes in taste compounds, breaking properties, and sensory attributes during dry aging of beef from Japanese black cattle. Meat Science. 2016;112:46–51. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.015.

24. Li X, Babol J, Wallby A, Lundström K. Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef *gluteus medius* aged in a dry ageing bag or vacuum. Meat Science. 2013;95(2):229–134. DOI: https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.009.

25. Kozyrev I, Mittelshtein T, Pchelkina V, Kuznetsova T, Lisitsyn A. Marbled beef quality grades under various ageing conditions. Foods and Raw Materials. 2018;6(1):429–437. DOI: https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-429-437.

26. Vrzhesinskaya OA, Kodentsova VM. Enriched foodstuffs: the estimation of the maximal possible intake of vitamins, iron, calcium. Problems of Nutrition. 2007;76(4):41–48. (In Russ.).

27. Kodentsova VM, Vrzhesinskaya OA. The analysis of domestic and international policy of food fortification with vitamins. Problems of Nutrition. 2016;85(2):31–50. (In Russ.).

28. Akt provedeniya issledovaniy [Research Act]. Vestnik Voennoy akademii material'no-tekhnicheskogo obespecheniya im. generala armii A.V. Khruleva [Bulletin of General A.V. Khrulev Military Academy for Logistics]. 2018;(8):8. (In Russ.).

29. Toporov AV, Abdurahmanov EF. Military-economic estimation of efficiency of use of the new galley equipment for diesel submarines of the navy. Nauchnyy vestnik Vol'skogo voennogo instituta material'nogo obespecheniya: voenno-nauchnyy zhurnal [Scientific Bulletin of the Volsky Military Institute of Material Support: military-scientific journal.]. 2018;48(4):62–64. (In Russ.).

Сведения об авторах

Абдурахманов Эльшан Фарайизоглы

аспирант кафедры материального обеспечения, ФГБОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева», 199034, Россия, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, 8, тел.: +7 (919) 768-28-28, e-mail: elshan2709@mail.ru

https://orcid.org/0000-0003-4225-2727

Information about the authors

Elshan F. Abdurakhmanov

Postgraduate Student of the Department of Material Support, General A.V. Khrulev Military Academy for Logistics, 8, Makarova Str., St. Petersburg, Russia, 199034, phone: +7 (919) 768-28-28, e-mail: elshan2709@mail.ru

https://orcid.org/0000-0003-4225-2727