



Научная статья
05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств (технические науки)
УДК 664
doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.02.015

СПОСОБ РАЗМЯГЧЕНИЯ МЕЖМЫШЕЧНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ И СУХОЖИЛИЙ В ТОЛЩЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Николай Алексеевич Ермошин ¹, Иван Евгеньевич Волков ²,
Иван Николаевич Николаев ³, Антон Андреевич Сычев ⁴

^{1, 2, 3, 4} Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева, Санкт-Петербург, Россия
¹ ermonata@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0367-5375>
² ermonata@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9384-9948>
³ ermonata@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6155-3341>
⁴ ermonata@mail.ru.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4314-099X>

Аннотация. Разработан способ размягчения межмышечных соединительных тканей и посола мясного сырья при производстве цельнокусковых мясных продуктов. Предложены пути интенсификации процесса проникновения и распределения посолочных ингредиентов по объему продукта. Предложены конструкции мобильных аппаратов, обеспечивающие электрогидравлическое размягчение структуры цельнокусковых (массой до 1500 г) и порционных (массой до 150 г) мясных полуфабрикатов и ускоряющие процесс распределения рассола, что позволит снизить прочностные характеристики продуктов на 51–53 кГ/см, уменьшить потери сырья, повысить производительность труда на 8–11 %, сократить длительность технологического процесса и снизить энергозатраты при тепловой обработке на 18–20 %. В результате экспериментальных исследований было установлено, что электрогидравлический удар (частотой $\nu = 0,5-1,0$ удар/с, количество ударов от 150 до 200) можно использовать для размягчения мышечной соединительной ткани и сухожилий как охлажденного (температура в толще от 0 °С до плюс 4 °С), так и замороженного (от минус 2 °С до плюс 3 °С) мяса.

Ключевые слова: способ, мясной полуфабрикат, механический удар, жидкая среда.

Для цитирования: Способ размягчения межмышечных соединительных тканей и сухожилий в толще мясных полуфабрикатах / Ермошин Н. А. [и др.] // Ползуновский вестник. 2021. № 2. С. 110–115 doi: 10.25712/ ASTU.2072-8921.2021.02.015.

Original article

METHOD FOR SOFTENING OF INTERMUSCULAR CONNECTORS TISSUE AND TENDONS IN THE THICKNESS OF MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS

Nikolay A. Ermoshin ¹, Ivan E. Volkov ²,
Ivan N. Nikolaev ³, Anton A. Sychev ⁴

^{1, 2, 3, 4} Military Educational Institution of Logistics named after General of the Army A.V. Khruleyova, St. Petersburg, Russia
¹ ermonata@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0367-5375>
² ermonata@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9384-9948>
³ ermonata@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6155-3341>
⁴ ermonata@mail.ru.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4314-099X>

© Ермошин Н. А., Волков И. Е., Николаев И. Н., Сычев А. А., 2021

СПОСОБ РАЗМЯГЧЕНИЯ МЕЖМЫШЕЧНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ И СУХОЖИЛИЙ В ТОЛЩЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Annotation. A method has been developed for softening intermuscular connective tissues and salting raw meat in the production of whole-piece meat products. The ways of intensification of the process of penetration and distribution of curing ingredients over the volume of the product are proposed. Designs of mobile devices are proposed that provide electrohydraulic softening of the structure of whole-lump (weighing up to 1500 g) and portioned (weighing up to 150 g) semi-finished meat products and accelerating the process of brine distribution, which will reduce the strength characteristics of products by 51-53 kg / cm, reduce the loss of raw materials, increase labor productivity by 8-11%, reduce the duration of the technological process and reduce energy consumption during heat treatment by 18-20 %. As a result of experimental studies, it was found that an electrohydraulic shock (with a frequency of $\nu = 0.5-1.0$ blows / s, the number of blows from 150 to 200) can be used to soften muscle connective tissue and tendons as cooled (temperature in thicker from 0 °C to plus 4 °C) and slightly frozen (from minus 2 °C to plus 3 °C) meat.

Keywords: method, semi-finished meat product, mechanical shock, liquid medium.

For citation: Ermoshin, N. A., Volkov, I. E., Nikolaev, I. N. & Sychev, A. A. (2021). Method for softening of intermuscular connector's tissue and tendons in the thickness of meat semi-finished products // *Polzunovskiy vestnik*, (2), 110-115. (In Russ). doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.02.015.

ВВЕДЕНИЕ

В целях сохранения белков, витаминов, макро- и микроэлементов и других биологически активных веществ, содержащихся в мясе, повышения его усвоения организмом, качества готовых блюд, а также ускорения процесса приготовления крупнокусковых (массой до 1500 г) и порционных (массой до 150 г) мясных полуфабрикатов предложен электрогидравлический способ размягчения межмышечных соединительных тканей и сухожилий в толще мясных полуфабрикатов.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Предложенный способ отличается от традиционного использованием эффекта электрогидравлического удара, обеспечивающего сохранение мясного сока с питательными и пищевыми веществами исходного сырья, повышение усвояемости мясных блюд за счет надрыва белковых связей, расширения межклеточных расстояний (снижение усилий резания и усилий разрыва), устойчивость к развитию микроорганизмов (в сырье и готовом продукте), увеличение объема и массы полуфабрикатов, снижение количества специй и соли при посоле.

Способ реализуется двумя методами, основанными на использовании следующих устройств:

- для размягчения межмышечных соединительных тканей и сухожилий УРМ-1 (устройство для размягчения мяса), обеспечивающего механическую обработку микроструктуры мясного сырья непосредственно в толще порционных полуфабрикатов ($m =$ до 150 г);

- для размягчения крупнокусковых мясных полуфабрикатов УРМП-1 ($m =$ до 1500 г), обеспечивающего возникновение механического удара в жидкой среде (рассоле), размягчающего сухожилия, пленки, мякоть без потери мясного сока и содержащихся в нем нутриентов (питательных веществ), существенно ускоряющего проникновение его в ткани (соединительную и прилегающую костную) мяса, что ускоряет время просаливания.

Основные технические операции, реализуемые устройствами УРМ-1 и УРМП-1, используемые в зависимости от обстановки (количество питающихся, упитанности и части туши и др.).

На рисунке 1 представлен процесс электрогидравлического размягчения соединительных тканей и сухожилий микроструктуры мясных полуфабрикатов, который включает 3 группы технологических операций. Технологические операции при размягчении межмышечных соединительных тканей и сухожилий мясных полуфабрикатов включают в себя: подготовку исходного сырья и рассола (размораживание полутуши), срезание клеем и зачистку поверхности от загрязнений, омывание, обсушивание, разделку туш, деление на отрубы, обвалку отрубов, выделение крупнокусковых полуфабрикатов, приготовление порционных полуфабрикатов, подготовку рассола (смешивание исходных компонентов (вода, соль, перец)); электрогидравлическое воздействие на микроструктуру мяса; деление на порции крупнокусковых полуфабрикатов, подготовку для хранения.

Предложенный способ размягчения межмышечных соединительных тканей и сухожилий, внутренних слоев и анатомического строения мышц, сохранения мясного сока и

пищевой ценности исходного сырья, увеличения его объема и ускорения просаливания мясных полуфабрикатов включает 3 этапа.

Электрические разряды (электрогидравлический удар (ЭГУ)), возникающие во внутренних слоях порционного полуфабриката, происходят с частотой $f = 50$ Гц, длительностью 20–30 мкс. Это вызывает резкое расши-

рение жидкости (в структуре полуфабриката) и образование газового канала, обеспечивающего первый гидроудар. Канал захлопывается под действием упругости воды и мышц мяса, далее происходит второй ЭГУ и т. д. При этом давление в зоне разряда и на удалении 1,5–2 см от нее достигает нескольких десятков кгс/см² и более.



Рисунок 1 – Технологические операции электрогидравлического размягчения мышечных соединительных тканей и сухожилий в толще мясных полуфабрикатов

Figure 1 - Technological operations of electrohydraulic softening of muscle connective tissues and tendons in the thickness of semi-finished meat products

Каждый последующий электрический разряд позволяет увеличить трещиноватость разрушаемой структуры (особенно сухожилий), возрастание количества обнаженных поверхностей (концентраторов энергии), где при отражении падающих ударных волн наступает деформация разрушения и откола. При непрерывной генерации серии электрических разрядов каждый предыдущий разряд создает последующему дополнительные плоскости обнажения (разрыв мышц, сухожилий), образуя новые щели. В результате чего с каждым последующим разрядом все более повышается степень использования энергии волн напряжений и снижается сопротивляемость всех жилок, происходит разрыв колла-

геновых волокон, хрящей, а также клеточной структуры полуфабриката. Происходит сдвиг мышц внутренней структуры полуфабриката на расстояние 3–8 мм. Прочностные характеристики мясного полуфабриката по жестким структурам снижаются.

Необходимо отметить, что выделенная энергия от ЭГУ избирательна к местам повышенного сопротивления (мышечные соединения, сухожилия). Это обеспечивает процесс, протекающий в толще порционного мясного полуфабриката при проникновении электродов на глубину 3–5 мм и воздействии ЭГУ (200 ударов в течение 100–120 с), в результате происходит размягчение твердых и жилообразных частей мяса.

СПОСОБ РАЗМЯГЧЕНИЯ МЕЖМЫШЕЧНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ И СУХОЖИЛИЙ В ТОЛЩЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

При завершении основного этапа мясные полуфабрикаты могут использоваться для приготовления пищи (тепловой обработки) и хранения (замораживания).

Экспериментальные исследования по электрогидравлическому размягчению и одновременному просаливанию порционных мясных полуфабрикатов (оленины) внутренней части бедра массой до 150 г и крупнокусковых мясных полуфабрикатов (оленины) массой до 1500 г, не прошедших процесс жилования (удаления жилок, сухожилий и со-

единительной ткани), позволили получить следующие результаты [9].

Установлено, что электрогидравлический удар (частотой $\nu = 0,5-1,0$ удар/с, количество ударов от 150 до 200) можно использовать для размягчения мышечной соединительной ткани и сухожилий как охлажденного (температура в толще от 0 °С до плюс 4 °С), так и подмороженного (от минус 2 °С до плюс 3 °С) мяса.

Результаты механической обработки полуфабрикатов мяса оленины электрогидравлическим ударом представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты воздействия электрогидравлического удара на мясо

Table 1 - Results of the impact of electrohydraulic shock on meat

Показатели	Порционные мясные полуфабрикаты		Крупнокусковые мясные полуфабрикаты	
	2 кат	1 кат	2 кат	1 кат
Толщина мясного полуфабриката, мм до ЭГУ после ЭГУ	24–25 29–32	23–25 31–33	250–270 270–300	270–300 300–330
Толщина размягченных коллагеновых прожилок, мм до ЭГУ после ЭГУ	Около 0,6 2–4	Около 0,8 4–6	Около 0,8 6–8	Около 0,8 7–9
Масса полуфабрикатов, г до ЭГУ после ЭГУ	101±2 101–102	102±2 102–103	1700±20 1730–1740	1700±20 1750–1770
Увеличение массы, %	–	–	5–8	7–10

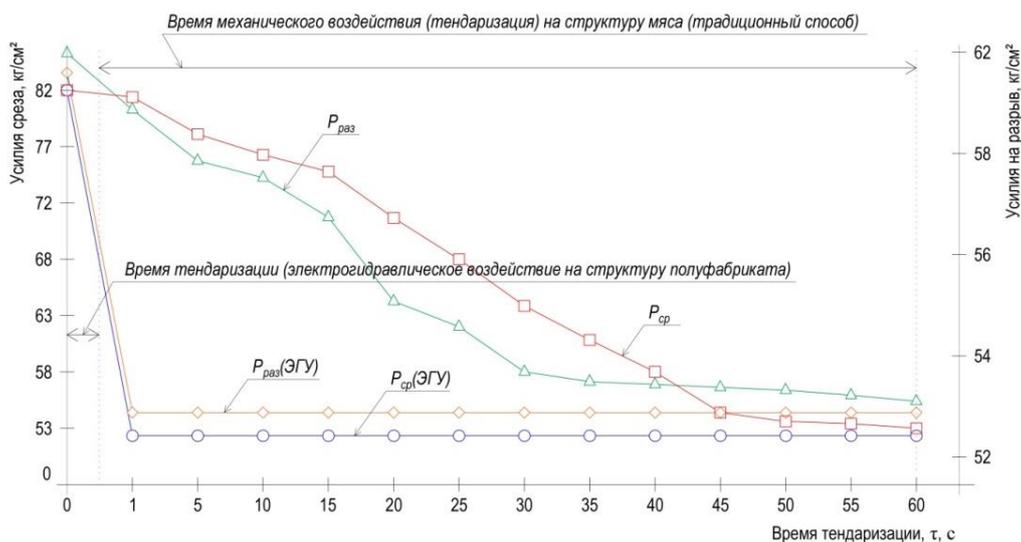


Рисунок 2 – Влияние электрогидравлического удара на процесс размягчения межмышечных и соединительных тканей тазобедренной части

Figure 2 - Influence of electrohydraulic shock on the softening of the intermuscular and connective tissues of the hip part

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 2 показано влияние электрогидравлического удара на снижение усилий среза на 27–32 % и усилий на разрыв на 18–23 %.

Новизна предложенного способа, в отличие от традиционного, заключается в обеспечении возможности сохранения мясного сока, нутриентов (белков, витаминов, макро- и микроэлементов) на 8–11 %, интенсификации размягчения межмышечных соединительных тканей и сухожилий в структуре мясного полуфабриката за счет воздействия на него электрогидравлических эффектов в устройствах УРМ-1 или УРМП-1. Новизна технологического решения подтверждена патентом РФ на полезную модель № 178565.

Таким образом, предложенный способ состоит в том, что включение в процесс электрогидравлического размягчения микроструктуры крупнокусковых (массой до 1500 г) и порционных (массой до 150 г) мясных полуфабрикатов (особенно оленины) повысит производительность труда поваров на 8–11 %, обеспечит сокращение временных и энергозатрат при кулинарной (тепловой) обработке на 18–20 %. Использование электрогидравлического удара обеспечивает: сохранение мясного сока и содержащихся в нем нутриентов за счет разрыва межмышечных соединительных тканей и сухожилий внутри микроструктуры в порционном мясном полуфабрикате; снижение временных затрат приготовления полуфабрикатов, усилий резания и усилий разрыва до 51–53 кг/см²; разрушение коллагеновых волокон, частично оболочки клетки, хрящей и других прочных частей микроструктуры мяса; увеличение срока хранения охлажденных порционных полуфабрикатов за счет снижения бактериальной обсемененности и торможения ферментативной деятельности в мясе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мобильное устройство для отбивания мясных полуфабрикатов в ограниченном пространстве : Пат. № 183819. Российская Федерация / Абдурахманов Э.Ф., Романчиков С.А., Топоров А.В., Пахомов В.И. патентообладатель ФГКВБОУ ВО ВАМТО, заявка: 2017145196, приор. 21.12.2017, опубл. 04.10. 2018. Бюл. 28.
2. Устройство для ускорения автолиза мясного сырья : Пат. 184995. Российская Федерация / Романчиков С.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное казенное военное

образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева». Заяв. № 2018121856, приор. 13.06.2018, опубл. 16.11.2018. Бюл. 3.

3. Романчиков С.А. Изменение условий разработки новых продуктов питания для импортозамещения в условиях экономических санкций // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (49). С. 178–183.

4. Николук О.И. Инновационные решения для повышения пищевой ценности продовольственного пайка ; в сборнике : Ресурсное обеспечение силовых министерств и ведомств: вчера, сегодня, завтра // Сборник статей II Международ. науч.-практич. конференции. 2016. С. 308–311.

5. Мобильное устройство для отбивания мясных полуфабрикатов в ограниченном пространстве : Пат. 183819 / Абдурахманов Э.Ф., Романчиков С.А., Топоров А.В., Пахомов В.И., заявитель и патентообладатель ВАМТО. Заяв. № 2017145196, приор. 21.12.2017, опубл., Бюл. 198.

6. Абдурахманов, Э.Ф. Техническая разработка ускорения тендеризации и посола мясных полуфабрикатов // Ползуновский вестник. 2018. № 4. С. 31–36. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.201815.04.006.

7. Абдурахманов Э.Ф. Техническая разработка в целях гриль приготовления мясных продуктов питания в условиях камбуза подводной // Все о мясе. 2019. № 2. С. 49–53. DOI: 10.21323/2071-2499-2019-2-49-53.

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

9. Устройство для тендеризации в жидкой среде : Патент на полезную модель № 192450 / Э.Ф. Абдурахманов, С.А. Романчиков, опубл. 17.09.2019 г., Бюл. № 26. С. 142–148.

Информация об авторах

Н. А. Ермошин – доктор военных наук, профессор, профессор кафедры автотранспортной службы Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.

И. Е. Волков – соискатель кафедры (материального обеспечения) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.

И. Н. Николаев – соискатель кафедры (материального обеспечения) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.

А. А. Сычев – соискатель кафедры (материального обеспечения) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева.

СПОСОБ РАЗМЯГЧЕНИЯ МЕЖМЫШЕЧНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ И СУХОЖИЛИЙ В ТОЛЩЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

REFERENCES

1. Abdurakhmanov, E.F., Romanchikov, S.A., Toporov, A.V. & Pakhomov, V.I. (2018). Mobile device for beating meat semi-finished products in a limited space. *Pat. RF № 183819. Russian Federation*, publ. 04.10.2018. Bul 28. (In Russ.).
2. Romanchikov, S.A. Device for accelerating autolysis of raw meat. *Pat. 184995 Russian Federation*, publ. 11/16/2018. Bul. 3. (In Russ.).
3. Romanchikov, S.A. (2017). Changing the conditions for the development of new food products for import substitution in the context of economic sanctions *Izvestia of the St. Petersburg State Agrarian University*, 4 (49), 178-183. (In Russ.).
4. Nikolyyuk, O.I. (2016). Innovative solutions to increase the nutritional value of food rations In the collection: *Resource provision of power ministries and departments: yesterday, today, Tomorrow collection of articles of the II International Scientific and Practical Conference*. 308-311.
5. Abdurakhmanov, E.F., Romanchikov, S.A., Toporov, A.V., Pakhomov, V.I. & applicant and patentee VAMTO. (2017). Mobile device for beating semi-finished meat products in a limited space. *Pat. 183819. Russian Federation.*, publ. 21.12.2017. Bul. - 198. (In Russ.).
6. Abdurakhmanov, E.F. (2018). Technical development of the acceleration of tenderization and salting of semi-finished meat products. *Polzunovskiy vestnik*. - (4), 31-36. DOI: 10.25712 / ASTU.2072-8921.201815.04.006.
7. Abdurakhmanov, E.F. (2019). Technical development for the purpose of grilling the preparation of meat products in a submarine galley. *All about*

meat, (2), 49-53. DOI: 10.21323 / 2071-2499-2019-2-49-53. (In Russ.).

8. Abdurakhmanov, E.F. (2019). Technological development of preserving nutritional value and increasing the digestibility of meat dishes. *Technics and technology of food production*, 49(2), 177-184. DOI: 10.21603 / 2074-9414-2019-2-177-184. (In Russ.).

9. Abdurakhmanov, E.F. & Romanchikov, S.A. (2019). A device for tenderization in a liquid. *Pat 192450. Russian Federation*, publ. September 17, Bul. 26. 142-148. (In Russ.).

Information about the authors

N. A. Ermoshin – Doctor of Military Sciences, Professor, Professor of the Department of Road Service of the Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev.

I. E. Volkov – applicant for the department (material support) of the Military Academy of material and technical support named after General of the Army A.V. Khrulev.

I. N. Nikolaev – applicant for the department (material support) of the Military Academy of material and technical support named after General of the Army A.V. Khrulev.

A. A. Sychev – applicant for the department (material support) of the Military Academy of material and technical support named after General of the Army A.V. Khrulev.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 01.03.2021; одобрена после рецензирования 14.05.2021; принята к публикации 24.05.2021.

The article was submitted to the editorial board on 01 Mar 21; approved after review on 14 May 21; accepted for publication on 24 May 21.