

УДК 637.5.035

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-1-79-85

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА И ИНТЕНСИВНОСТИ ПОСОЛА НА СВОЙСТВА МЫШЕЧНЫХ БЕЛКОВ К ГИДРАТАЦИИ

Е. В. Царегородцева, Е. А. Савинкова

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Российская Федерация

Аннотация. Введение. Хлорид натрия оказывает влияние на функционально-технологические свойства сырья, обеспечивая текстуру, характерный вкус и продлевает срок хранения готовых мясных продуктов. Выбор способа посола в производстве мясных продуктов определяется составом сырья. Интенсификация процесса посола способствует более быстрому и равномерному распределению соли, а также позволяет увеличить влагосвязывающую способность мясного сырья и, как следствие, выход готового продукта. **Цель** – изучить влияние способа и интенсивности посола на физико-химические свойства говядины. **Материалы и методы.** В условиях лаборатории Технологии и экспертизы продуктов питания животного происхождения МарГУ проведены исследования изменения массовой доли влаги и соли, водосвязывающей способности при использовании разных способов (мокрый, сухой) и интенсивности посола (покой, массажирование). **Результаты исследования, обсуждения.** В контрольном образце водосвязывающая способность мяса составила $51,2 \pm 1,8$ %, массовая доля влаги находилась на уровне $75,97 \pm 6,6$, а соли 0,035 %. За время посола показатель водосвязывающей способности достоверно повысился в вариантах мокрого посола на 5,5–2,6 % и снизился в вариантах сухого посола на 24,6–39,8 %. Массовая доля влаги в образцах мяса мокросоленого способа консервирования увеличилась на 4,8–3,2 %, а сухосоленого достоверно снизилась на 2,1–3,1 %. Способ посола оказал прямое влияние на концентрацию соли в мясе. Массовая доля соли в вариантах мокрого способа посола увеличилась по сравнению с контролем в 4,6–3,3 раза, сухого способа в 3,5–2,8 раза. **Заключение.** Интенсивный посол мясного сырья мокросоленным способом консервирования приводит к увеличению массовой доли влаги и водосвязывающей способности, быстрому распределению посолочных веществ по всему объему продукта и является наиболее оптимальным в условиях интенсификации процессов производства соленых продуктов.

Ключевые слова: посол, хлорид натрия (NaCl), массовая доля влаги (МДВ), массовая доля соли (МДС), водосвязывающая способность (ВСС)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Царегородцева Е. В., Савинкова Е. А. Влияние способа и интенсивности посола на свойства мышечных белков к гидратации // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 1. С. 79–85. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-79-85>

INFLUENCE OF THE METHOD AND INTENSITY OF PROCESSING MEAT WITH SODIUM CHLORIDE ON THE HYDRATION PROPERTIES OF MUSCLE PROTEINS

E. V. Tsaregorodtseva, E. A. Savinkova

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

Annotation. Introduction. Sodium chloride affects the functional and technological properties of raw materials, providing consistency, characteristic taste and extending the shelf life of finished meat products. The choice of salting method in the production of meat products is determined by the composition of the raw materials. Intensification of the salting process contributes to a faster and more uniform distribution of salt, and also increases the water-holding capacity of raw meat and, as a consequence, the yield of the finished product. **The purpose of the work** is to study the influence of the method and intensity of salting on the physicochemical properties of beef. **Materials and methods.** In the MarSU laboratory of Technology and examination of food products of animal origin, studies were carried out on changes in the mass fraction of moisture and NaCl, water-holding capacity when using various methods (wet, dry) and the intensity of salting (rest, massaging). **Research results, discussion.** In the control sample, the water-holding capacity of meat was 51.2 ± 1.8 %, the mass

fraction of moisture was 75.97 ± 6.6 , and the salt content was 0.035 %. During salting, the water-holding capacity indicator significantly increased in wet salting options by 5.5–2.6 % and decreased in dry salting options by 24.6–39.8 %. The mass fraction of moisture in wet-salted meat samples increased by 4.8–3.2 %, and in dry-salted meat samples decreased significantly by 2.1–3.1 %. The salting method had a direct effect on the salt concentration in the meat. The mass fraction of salt in the variants of wet salting method increased compared to the control by 4.6–3.3 times, and in the dry method by 3.5–2.8 times. **Conclusion.** Intensive salting of raw meat using the wet-salted method of canning leads to an increase in the mass fraction of moisture and water-holding capacity, rapid distribution of curing substances throughout the entire volume of the product and is the most optimal in conditions of intensification of the processes of production of salted products.

Keywords: salting, sodium chloride (NaCl), moisture mass fraction (MMF), salt mass fraction (SMF), water-holding capacity (WHC)

The authors declare no conflict of interest.

For citation: Tsaregorodtseva E. V., Savinkova E. A. Influence of the method and intensity of processing meat with sodium chloride on the hydration properties of muscle proteins. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 1, pp. 79–85. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-1-79-85>

Введение

Хлорид натрия (NaCl) придает мясным продуктам уникальный вкус и качество. NaCl может эффективно препятствовать размножению патогенных бактерий (*Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*) за счет снижения активности воды (A_w) и подавления образования биогенных аминов, тем самым обеспечивая безопасность и улучшая стабильность при хранении [1].

Как правило, в традиционные мясные продукты добавляют 4–6 % NaCl к массе основного сырья для продления срока годности. Между тем наряду с непрерывной миграцией потерь воды во время посола наружу, концентрация солей в конечных продуктах может быть выше [2].

Воздействие высокого содержания солей снижает водоудержание и увеличивает гидрофобность поверхности мяса при сухом способе посола. Высокие концентрации растворенных посолочных веществ в рассоле является основной причиной быстрой гидратации миофибриллярного белка [3]. Уменьшение содержания соли позволяет получить продукты со значительно более твердой текстурой и более высоким содержанием микробов, без изменений в цвете и без влияния на сенсорные свойства [4; 5].

Также NaCl влияет на многочисленные биохимические реакции, включая протеолиз, и может связываться с мышечными миофибриллами, обеспечивая нежность и сочность за счет повы-

шения их силы связывания воды и способности удерживать воду, что приводит к идеальной текстуре готового мясного продукта [6]. Главные мышечные белки миозин и актин способны в солевой среде активно набухать и удерживать влагу в мясной системе против центробежной силы [7]. Результаты изменения количественного содержания белкового, небелкового, полипептидного азота и свободных аминокислот в процессе посола мяса в условиях механического массирования свидетельствуют о деградации белковых веществ [8].

Большинство современных технологий снижения содержания соли направлены на усиление диффузии соли и сокращение времени посола. Эффективными считают параметры электроимпульсного метода обработки говядины от мясных пород крупного рогатого скота при напряжении 220 В и чистоте тока 50 Гц в течение 10 минут [9]. При ультразвуковом посоле с частотой ультразвука 26 кГц наблюдаются явления деструкции и набухания мышечных волокон, локальные разрушения, разрыхление мышечных волокон, образование полостей между ними при сохранении структуры ткани, что способствует ускоренной диффузии посолочных веществ в твердые мышечные волокна [10].

Цель исследования – изучить влияния способа и интенсивности посола на физико-химические свойства говядины.

Материалы и методы исследования

В лаборатории технологии и экспертизы продуктов питания животного происхождения ка-

федры технологии мясных и молочных продуктов МарГУ был проведен посол говядины сухим и мокрым способом в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1 / Table 1

Варианты исследований / Study options

Номер варианта / Option number	Температура, °C / Temperature, °C	Способ посола / Salting method	Дополнительные условия / Additional terms
Контроль	+20°C	Без посола	покой
1		Мокрый	
2	+ 6°C		массирование
3	+ 20°C	Сухой	покой
4	+ 6°C		массирование

Исследования начали с подготовки 5 проб. Мышечную ткань говядины тщательно очистили от пленок и жира и нарезали поперек волокон кусками массой 20–25 г. Для проведения мокрого посола (ЖК 1:4) приготовили раствор с массовой долей поваренной соли 20 %. Для проведения сухого посола подготовили навески соли из расчета 2 % к массе мяса.

Мокрый посол (вариант № 1) осуществляли в стаканах. Мокрый посол (вариант № 2) в настольном маринаторе мяса КОСАТЕQМ18Е при средней скорости маринования (3 минуты вращение / 9 минут пауза).

При посоле мяса сухим способом (вариант № 3) поверхность образцов натерли NaCl и выдерживали в покое при постоянной температуре воздуха на лабораторных столах в чашках Петри.

Образцы, предварительно посоленные сухим посолом (вариант № 4), подвергали массажу по режимам, принятым для варианта № 2.

В контрольном образце мяса (без посола) пока идет посол, определяли исходные показатели:

массу образцов, массовую долю соли, влаги, водосвязывающую способность.

Во всех 4-х вариантах посола аналогичные анализы проводили через 60 минут и через 120 минут посола после обязательной следующей подготовки образцов мяса:

- В случае сухого посола удаляли с поверхности NaCl, а затем погружали два раза в дистиллированную воду, слегка промокнув образцы фильтровальной бумагой.
- В случае мокрого посола образцы также слегка обсушивали фильтровальной бумагой.

Массу образцов определяли взвешиванием на технических весах с погрешностью $\pm 0,001$ г. Массовую долю NaCl определяли по ГОСТ 9957-2015. Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 33319-2015. Водосвязывающую способность определяли методом прессования по методике Грау в модификации В. П. Воловиной и Б. Я. Кельман и устанавливали расчетным путем после измерения 15 диаметров контуров пятен, образованных спрессованным мясом и выделившейся влагой, и определения площади названных пятен в квадратных сантиметрах (рис. 1).



Рис. 1. Анализ и сравнение БСС говядины разных способов посола /
Fig. 1. Analysis and comparison of beef WHC from different salting methods

По результатам проведенных исследований отмечали характер изменения показателей, а экспериментальные данные оформили в виде графиков (рис. 2–6).

Обсуждение

Перед началом проведения эксперимента ВСС образцов (контроль) была на уровне $51,2 \pm 1,8 \%$, это говорит о том, что белки мяса хорошо удерживали имеющуюся слабосвязанную полезную и избыточную воду и обладали хорошими гидрофильными свойствами. За время посола показатель ВСС достоверно повысился в вариантах мок-

рого посола и снизился в вариантах сухого посола. Интенсивный способ посола в варианте № 2 привел к более быстрому распределению посолочных веществ в толщу мяса, чем в условиях покоя в варианте № 1. Так, показатель ВСС после часовой выдержки в рассоле составил $54,1 \pm 3,5 \%$ против $52,7 \pm 1,8 \%$ ($P < 0,05$) с разницей в 1,4 %. Через 2 часа посола разница между вариантами уже составила 2,6 % ($P < 0,01$). Данные свидетельствуют о том, что солерастворимые белки мяса актин и миозин в условиях интенсификации посолочного процесса способны более эффективно гидратировать воду и набухать (рис. 2).

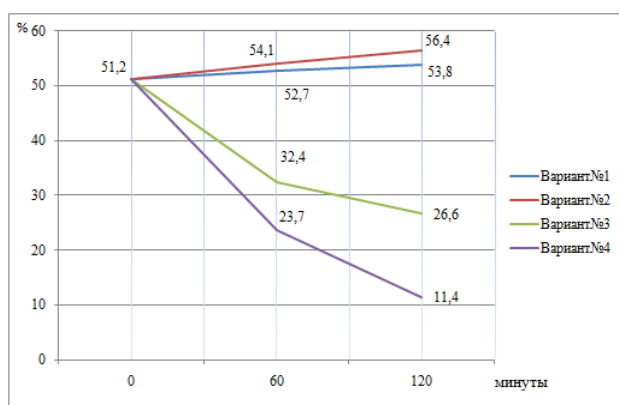


Рис. 2. График зависимости ВСС (%) от способа и продолжительности посола /
Fig. 2. Graph of dependence of WHC (%) on method and salting duration

Сухой посол, наоборот, привел к резкому выведению свободной влаги из образца. Так уже через час посола показатель ВСС в варианте № 3 опустился до $32,4 \pm 3,2 \%$, а в варианте № 4 до $23,7 \pm 4,1 \%$, что достоверно ниже показателя ВСС в начале посола соответственно на 18,8 и 27,5 % ($P < 0,001$). Очевидно, что NaCl способствует быстрому обезвоживанию мясного

сырья и выведению свободной влаги с поверхности образца. Еще через час интенсивного посола показатель снизился в 2 раза, а в условиях покоя в 1,2 раза ($P < 0,001$).

Данные подтверждают, что массовая доля влаги в образцах мяса мокросоленого способа консервирования увеличилась, а сухосоленого достоверно снизилась (рис. 3).

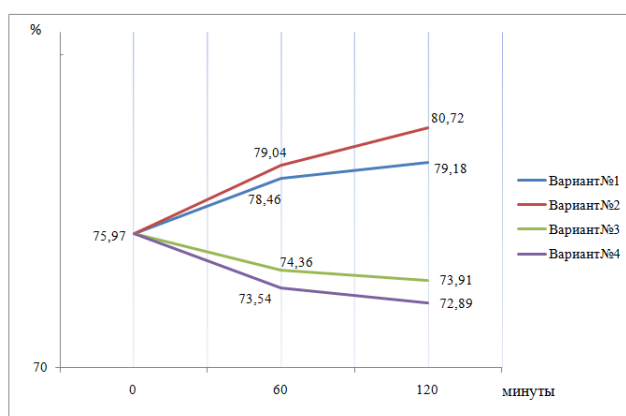


Рис. 3. График зависимости МДВ (%) от способа и интенсивности посола /
Fig. 3. Graph of dependence of MMF (%) on salting method and intensity

Интенсивный двухчасовой посол мясного сырья мокросоленным способом консервирования (вариант № 2) привел к увеличению массовой доли влаги в образце на 4,75 % ($P < 0,001$), а сухосоленным способом, наоборот, к уменьшению МДВ на 3,13 % ($P < 0,01$). Наблюдали, что через час после посола мокросоленным способом в варианте № 1 МДВ составила $79,04 \pm 8,21$ %, что больше, чем в исходном сырье, на 3,07 %, а спустя следующий час в посоле показатель увеличился еще на 1,68 % и достиг максимального значения в $80,72 \pm 11,65$ %. Данные подтверждают наше предположение о том, что в условиях мокрого посола белки мяса способны хорошо связывать и удерживать в системе пор и капилляров рассола. При заливке образца рассолом (вариант № 2) также наблюдалось увеличение МДВ, но менее интенсивное: в первый час посола на 2,49 % и в последующий на 0,72 %, что свидетельствует о том, что диффузным путем проникновение соли в толщу мяса происходит на первом этапе посола, а в дальнейшем несколько замедляется в связи с уменьшением концентрации жидкой фазы рассола.

При проведении сухого посола изменение МДВ в испытуемых образцах в сторону снижения подтверждается уменьшением ВСС мяса в связи с извлечением воды из образца в наибольшей степени в первый период посола: в варианте № 3 на 1,61 % ($P < 0,05$), а в варианте № 4 на 2,43 % ($P < 0,01$). За второй час посола было отмечено незначительное снижение показателя соответственно на 0,45 и 0,5 %. Таким образом, если в течение первого часа посола NaCl вытягивала влагу из продукта, но через два часа NaCl проникла в образцы и стала удерживать влагу внутри; массовая доля влаги, следовательно, осталась на том же уровне.

По результатам исследований можно сделать вывод, что в течение двух часов массовая доля соли во всех образцах увеличивалась, что свидетельствует о проникновении соли в мясо (рис. 4). Процесс посола активнее проходит в варианте № 2, так в течение часа МДС в образце увеличилась в 2,5 раза по сравнению с исходным сырьем и составила $0,091 \pm 0,007$ % ($P < 0,01$). Последующий интенсивный посол привел к росту МДС в 1,8 раза и составил $0,162 \pm 0,009$ %, что было достоверно больше, чем во всех остальных вариантах посола ($P < 0,001$).

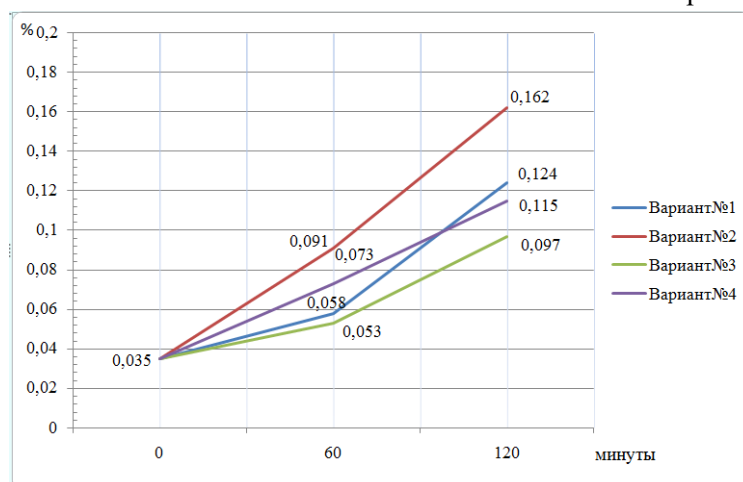


Рис. 4. График зависимости МДС (%) от продолжительности и способа посола /
Fig. 4. Graph of dependence of SMF (%) on duration and method of salting

Самое медленное накопление посолочных веществ в мясе было в варианте № 3 при сухом посоле в условиях покоя. При наличии градиента концентрации соли на поверхности образца мяса, перенос посолочных веществ осуществлялся путем молекулярной диффузии медленнее, через час посола, содержание соли увеличивается до $0,053 \pm 0,002$ %, или в 1,2 раза, а после двух часовой выдержке в сухой соли до $0,097 \pm 0,003$ %, или 1,8 раза ($P < 0,01$).

По своей физико-химической сущности процесс накопления посолочных веществ в мясе при мокром посоле считается диффузным и проникновение соли в мышечную ткань происходит по системе пор и капилляров значительно быстрее, чем при сухом посоле. Способ посола оказывает прямое влияние на концентрацию соли в мясе. Так, МДС варианта № 2 больше, чем варианте № 4 на 41 % ($P < 0,001$), а в варианте № 1 больше чем в варианте № 3 на 28 % ($P < 0,01$). Интенсификация

процесса посола также способствует более быстрому проникновению посолочных веществ в толщу продукта. Так, МДС варианта № 2 больше, чем варианте № 1 на 31 % ($P < 0,001$), а в варианте № 4 больше чем в варианте № 3 на 19 % ($P < 0,01$).

Заключение

Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют, что способ посола оказывает

влияние на функциональные свойства мясного сырья. Из всех исследуемых образцов говядины, наиболее высоким уровнем влагосвязывающей способности обладал вариант № 2, следовательно, применение интенсивного посола в производстве мясных продуктов позволяет быстро и равномерно распределить посолочные вещества по мясной системе, увеличить водосвязывающую способность обрабатываемого сырья и, как следствие, повысить выход готового продукта.

1. Shiliang Jia, Hanrui Shen, Dong Wang, Shulai Liu, Yuting Ding, Xuxia Zhou. Novel Na Cl reduction technologies for dry-cured meat products and their mechanisms: A comprehensive review // *J. Food Chemistry*. 2023. Vol. 431. P. 137142. URL: https://www.researchgate.net/publication/373133731_Novel_NaCl_reduction_technologies_for_dry-cured_meat_products_and_their_mechanisms_A_comprehensive_review (дата обращения: 20.01.2024).

2. Qia Wang, Xiefei Li, Bei Xue, Yongyan Wu, Hongbo Song, Zhang Luo, Peng Shang, Zhendong Liu, Qun Huang. Low-salt fermentation improves flavor and quality of sour meat: Microbiology and metabolomics // *J. LWT – Food Science and Technology*. Volume 171, December 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114157>

3. Yuemei Zhang, Eero Puolanne, Per Ertbjerg Mimicking myofibrillar protein denaturation in frozen-thawed meat: Effect of pH at high ionic strength // *J. Elsevier*. 15 February 2021. Vol. 338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128017>

4. Salt content and minimum acceptable levels in whole-muscle cured meat products / Gonzalo Delgado-Pando, Estelle Fischer, Paul Allen, Joe P. Kerry, Maurice G. O'Sullivan, Ruth M. Hamill // *Meat Science*. 2018. No. 5. Pp. 179–186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.025>

5. Кудряшов Л. С., Кудряшова О. А., Галиева З. А. Стабилизация окраски мяса при посоле // *Мясная индустрия*. 2023. № 5. С. 29–32. DOI: <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-05-29-32>

6. J. T. Y. Chan, D. A. Omana, M. Betti. Functional and rheological properties of proteins in frozen turkey breast meat with different ultimate pH // *J Poultry Science*. 2011. Vol. 90. Iss. 5. Pp. 1112–1123. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21489962/> (дата обращения: 20.01.2024).

7. Bing Cui, Yingyi Mao, Jiao Liu, Xiaolong Liang, Di Wu, Xiaojuan Chen, Xinyi Wang, Hongshan Liang, Jing Li, Bin Zhou, Bin Li. Effect of salt on solution behavior of spinning medium and properties of meat analogue fibers // *J. Food Hydrocolloids*. May 2023. Vol. 139. P. 108540. URL: https://www.researchgate.net/publication/367596340_Effect_of_salt_on_solution_behavior_of_spinning_medium_and_properties_of_meat_analogue_fibers (дата обращения: 20.01.2024).

8. Кудряшов Л. С., Кудряшова О. А. Изменения белков мяса при посоле с применением электро- и механической обработки // *Мясная индустрия*. 2022. № 4. С. 8–12. DOI: <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2022-04-08-12>

9. Кобыляцкий П. С., Кобякова М. С. Ускорение посола мяса в рассоле с помощью импульсного метода // Развитие животноводства, современные технологии производства продуктов питания, производственная и гигиеническая безопасность здоровья: матер. международной научно-практической конференции : в 2 ч., (пос. Персиановский, 26 мая 2023 г.). Персиановский : Донской государственный аграрный университет, 2023. Часть 1. С. 129–131. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54168326> (дата обращения: 20.01.2024).

10. Обоснование технических параметров ультразвуковой установки для повышения эффективности посола мяса / Е. С. Красникова, Н. Л. Моргунова, Ф. Я. Рудик, А. В. Красников, Н. А. Семилет // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 7. С. 75–77. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i7pp75-77>

Статья поступила в редакцию 25.01.2024 г.; одобрена после рецензирования 20.02.2024 г.; принята к публикации 27.02.2024 г.

Об авторах

Царегородцева Елена Васильевна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии мясных и молочных продуктов, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-5380>, elena-zaregor@yandex.ru

Савинкова Екатерина Анатольевна

кандидат технических наук, доцент, исполняющий обязанности зав. кафедры технологии мясных и молочных продуктов, Марийский государственный университет (424000, Российская Федерация, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 1), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0388-8880>, shalagina-kate@inbox.ru

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

1. Shiliang Jia, Hanrui Shen, Dong Wang, Shulai Liu, Yuting Ding, Xuxia Zhou. Novel NaCl reduction technologies for dry-cured meat products and their mechanisms: A comprehensive review. *Food Chemistry*, 2023, vol. 431, p. 137142. Available at: https://www.researchgate.net/publication/373133731_Novel_NaCl_reduction_technologies_for_dry-cured_meat_products_and_their_mechanisms_A_comprehensive_review (accessed 20.01.2024). (In Eng.).
2. Qia Wang, Xiefei Li, Bei Xue, Yongyan Wu, Hongbo Song, Zhang Luo, Peng Shang, Zhendong Liu, Qun Huang. Low-salt fermentation improves flavor and quality of sour meat: Microbiology and metabolomics. *J. LWT – Food Science and Technology*, 2022, vol. 171. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114157>
3. Yuemei Zhang, Eero Puolanne, Per Erbjerg Mimicking myofibrillar protein denaturation in frozen-thawed meat: Effect of pH at high ionic strength. *Food Chemistry*, 2021, vol. 338. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128017>
4. Gonzalo Delgado-Pando, Estelle Fischer, Paul Allen, Joe P. Kerry, Maurice G. O'Sullivan, Ruth M. Hamill Salt content and minimum acceptable levels in whole-muscle cured meat products. *Meat Science*, 2018, no. 5, pp. 179–186. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.01.025>
5. Kudryashov L. S., Kudryashova O. A., Galieva Z. A. Stabilizatsiya okraski myasa pri posole [Stabilization of meat color in curing]. *Myasnaya industriya = Meat Industry*, 2023, no. 5, pp. 29–32. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2023-05-29-32>
6. J. T. Y. Chan, D. A. Omana, M. Betti. Functional and rheological properties of proteins in frozen turkey breast meat with different ultimate pH. *Poultry Science*, 2011, vol. 90, iss. 5, pp. 1112–1123. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21489962/> (accessed 20.01.2024). (In Eng.).
7. Bing Cui, Yingyi Mao, Jiao Liu, Xiaolong Liang, Di Wu, Xiaojuan Chen, Xinyi Wang, Hongshan Liang, Jing Li, Bin Zhou, Bin Li. Effect of salt on solution behavior of spinning medium and properties of meat analogue fibers. *Food Hydrocolloids*, 2023, vol. 139, p. 108540. Available at: https://www.researchgate.net/publication/367596340_Effect_of_salt_on_solution_behavior_of_spinning_medium_and_properties_of_meat_analogue_fibers (accessed 20.01.2024). (In Eng.).
8. Kudryashov L. S., Kudryashova O. A. Izmeneniya belkov myasa pri posole s primeneniem elektro- i mekhanicheskoi obrabotki [Changes in meat proteins in curing with the use of electrical and mechanical treatment]. *Myasnaya industriya = Meat Industry*, 2022, no. 4, pp. 8–12. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2022-04-08-12>
9. Kobylatsky P. S., Kobyakova M. S. Uskorenie posola myasa v rassole s pomoshch'yu impul'snogo metoda [Acceleration of salting meat in brine using the pulse method]. *Razvitie zhivotnovodstva, sovremennye tekhnologii proizvodstva produktov pitaniya, proizvodstvennaya i gigenicheskaya bezopasnost' zdorov'ya = Development of livestock farming, modern food production technologies, industrial and hygienic health safety: materials of the International scientific and practical conference: in 2 parts (Persianovsky village, May 26, 2023)*. Persianovsky, Publ. house of Don State Agrarian University, 2023, part 1, pp. 129–131. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54168326> (accessed 20.01.2024). (In Russ.).
10. Krasnikova E. S., Morgunova N. L., Rudik Ph. Ya., Krasnikov A. V., Semilet N. A. Obosnovanie tekhnicheskikh parametrov ul'trazvukovoi ustanovki dlya povysheniya effektivnosti posola myasa [Justification of technical parameters of an ultrasonic device for improvement of meat salting efficiency]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal = The Agrarian Scientific Journal*, 2020, no. 7, pp. 75–77. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i7pp75-77>

The article was submitted 25.01.2024; approved after reviewing 20.02.2024; accepted for publication 27.02.2024.

About the authors

Elena V. Tsaregorodtseva

Ph. D. (Agriculture), Associate Professor of the Department of Technology of Meat and Dairy Products, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7715-5380>, elena-zaregor@yandex.ru

Ekaterina A. Savinkova

Ph. D. (Technical Sciences), Associate Professor, Acting Head of the Department of Technology of Meat and Dairy Products, Mari State University (1 Lenin Sq., Yoshkar-Ola 424000, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0388-8880>, shalagina-kate@inbox.ru

All authors have read and approved the final manuscript.