

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСОЛА МЯСА

КРАСНИКОВА Екатерина Сергеевна, Мичуринский государственный аграрный университет
МОРГУНОВА Наталья Львовна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

РУДИК Феликс Яковлевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

КРАСНИКОВ Александр Владимирович, Мичуринский государственный аграрный университет
СЕМИЛЕТ Никита Александрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Представлены результаты исследования влияния мокрого ультразвукового посола баранины на микроструктуру мышечной ткани, обоснованы технические параметры ультразвуковой установки. Установлено, что при ультразвуковом посоле с частотой 35 кГц наблюдается значительная деструкция и набухание мышечных волокон, локальные разрушения сарколеммы с выраженной ее складчатостью, поперечная исчерченность проявляется слабо, структура ткани нарушена. При ультразвуковом посоле с частотой 26 кГц отмечено увеличенное количество поперечных микротрещин и щелей, разрыхление мышечных волокон, образование полостей между ними при сохранении структуры ткани, что способствует ускоренной диффузии соли внутрь мышечных волокон. Полученные данные позволяют рекомендовать ультразвуковую установку для интенсификации технологического процесса посола мяса с частотой ультразвука 26 кГц.

Введение. В последнее время ультразвук находит все более широкое применение в различных отраслях сельского хозяйства. Принцип действия ультразвуковых установок заключается в преобразовании электрической энергии в механические упругие колебания с помощью пьезоэлектрического эффекта. Применение ультразвука (УЗ) в пищевой и перерабатывающей промышленности представляет значительный интерес с позиции влияния его на физико-химические показатели сырья и безопасность готовой продукции. УЗ используют как для предварительной обработки сельхозсырья [3], так и в технологическом процессе при изготовлении продукции, в частности при посоле [6]. Ряд авторов отмечает, что пассивное перемещение посолочных веществ осуществляется преимущественно по межклеточному пространству ткани, а использование кавитационно-активированных рассолов способствует интенсификации технологического процесса, особенно при посоле крупнокусковых мясопродуктов, и улучшению потребительских свойств готовых продуктов [2, 4]. Отмечен и другой положительный эффект УЗ-посола: с увеличением времени ультразвуковой обработки при посоле влажность мяса возрастает более чем на 5 %; с увеличением времени посола уменьшаются такие показатели, как активность воды и содержание связанной влаги по отношению к общей влаге, при этом увеличивается выход продукта [1]. В научной литературе имеются данные, что воздействие ультразвуковой кавитации на физико-химические свойства сырья обусловлено ее влиянием на морфологические характеристики мяса. При обработке УЗ значительно увеличивается степень окисления липидов по сравнению со статическим рассолом, возрастает агрегация белка, что приво-

дит к увеличению свободных сульфгидрильных остатков и, как следствие, гидрофобности поверхности белка. Авторы констатируют, что УЗ посол приводит к изменениям в структуре и окислению белков говядины, вызванным механическим воздействием кавитации и возникающим в результате этого образованием свободных радикалов [5].

Цель исследований – обосновать технические параметры ультразвуковой установки для интенсификации процесса посола мяса.

Методика исследований. Использовали охлажденную баранину, выделенную из тазобедренной части, с традиционным ходом автолиза. Масса кусков составляла 300 ± 50 г ($n = 6$). Ультразвуковой посол мясного сырья осуществляли на базе УНПК «Пищевик» СГАУ им. Н.И. Вавилова (г. Саратов) с помощью установки «ПСБ-Галс» (Россия) с частотой ультразвуковых колебаний 35 кГц и интенсивностью ультразвука 1 Вт/см^2 и ультразвукового погружного излучателя с частотой ультразвуковых колебаний 26 кГц и интенсивностью ультразвука 1 Вт/см^2 в течение 5 ч. Рассол содержал соль поваренную (7 %), сахар (1,5 %) и нитрит натрия (0,015 %). Плотность рассола составляла 1050 кг/м^3 .

Для изучения влияния ультразвука на микроструктуру мышечной ткани проводили гистологические исследования. Куски мяса $0,5 \times 1$ см из разных частей образца вырезали по ходу мышечного волокна и фиксировали в 10%-м водном растворе нейтрального формалина в течение 48 ч (через сутки раствор формалина заменяли на свежеприготовленный). Затем образцы извлекали из фиксирующего раствора и промывали проточной водой в течение суток. Для обезвоживания материала делали проводку через спирты восходящей





концентрации (начиная с 50 до 96 %) и заливали в парафиновые блоки по общепринятой методике [2]. С помощью санного микротомы МС-2 (Россия) делали срезы 7 мкм, которые после депарафинирования окрашивали гематоксилином Эрлиха и эозином с последующим микроскопированием [2].

Результаты исследований. Результаты сравнительного анализа гистологических исследований образцов представлены на рис. 1–3.

К морфологическим особенностям сырой охлажденной баранины с традиционным ходом автолиза (см. рис. 1) следует отнести прямолинейно-волнообразное расположение мышечных волокон и появление поперечных, рваных трещин. Встречаются небольшие свободные пространства между мышечными волокнами. Ядра миоцитов четко контурированы, уплощенно-овальной формы, расположены под сарколеммой, что характерно сырому мясу.

При ультразвуковом посоле с частотой УЗ 35 кГц (см. рис 2) наблюдаются деструкция мышечных волокон и локальные разрушения сарколеммы, складчатость сарколеммы четко выражена, а поперечная исчерченность проявляется слабо, происходит набухание мышечных волокон. Заметно разрыхление и разволокнение мышечных волокон с возникновением между ними полостей.

При ультразвуковом посоле с частотой УЗ 26 кГц (см. рис. 3) наблюдается выраженное разволокнение мышечных волокон с возникновением между ними больших полостей. Усилены процессы деструкции мышечных волокон и локального разрушения сарколеммы. Увеличено количество поперечных микротрещин и щелей, отмечаются разрыхление и фрагментация мышечных волокон, значительный объем полости между ними. Мышечные волокна стали слегка волнообразные, что вызвано интенсивной адсорбцией влаги активными центрами миофибриллярных белков. Волнистость является следствием активного проникновения соли в волокна при высокой скорости диффузии и осмотического распределения рассола. Однако структура ткани, направленность волокон, при этом сохраняется.

Для осуществления ускоренного посола мясного сырья необходимы технические параметры, приведенные в таблице.

Заключение. Результаты исследований позволяют заключить, что для интенсификации процесса посола мяса необходимо применять

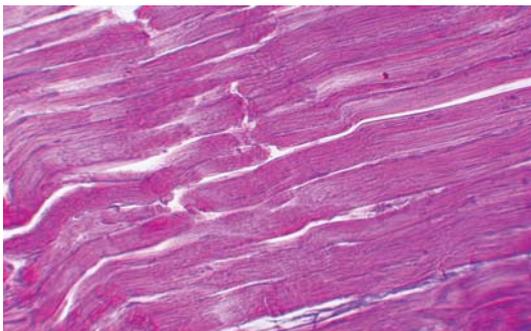


Рис. 1. Баранина. Естественный процесс автолиза. Окраска гематоксилином Эрлиха и эозином. Ув.× 300

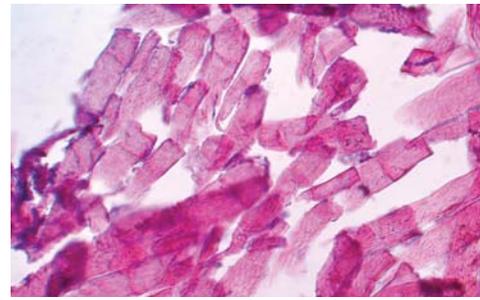


Рис. 2. Баранина. Посол 35 кГц 1 Вт/см² 5 ч. Окраска гематоксилином Эрлиха и эозином. Ув.× 300

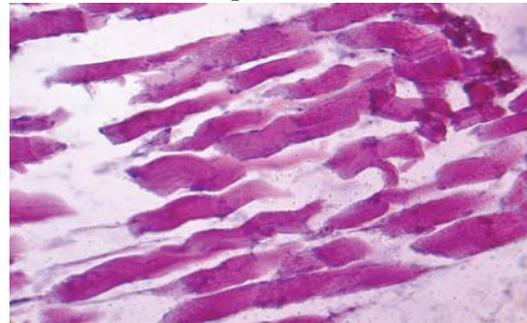


Рис. 3. Баранина. Посол 26 кГц 1 Вт/см² 5 ч. Окраска гематоксилином Эрлиха и эозином. Ув.× 300

ультразвуковые установки с частотой ультразвука 24–26 кГц при интенсивности ультразвука не более 1 Вт/см², что позволяет избежать высокой кавитации, значительного повышения температуры рассола и нарушения структуры мясного сырья, а также является важным параметром для определения органолептических свойств готового продукта и может влиять на сроки его хранения. Данное обстоятельство свидетельствует о возможности интенсификации процесса и повышения качества посола мяса вне зависимости от объемных соотношений обрабатываемого мяса.

Полученные нами данные совпадают с мнением ряда авторов. Так, А.В. Молчановым с соавт. лучшие результаты были зафиксированы при ультразвуковом посоле мяса на частоте 26 кГц, так как при 35 кГц температура рассола поднималась до 10 °С в течение 30 мин, что требовало смены рассола [1]. По данным D.C. Kang et al., положительное влияние на степень окисления и структуру белка говядины оказывает влажный УЗ-посол при частоте 20 кГц [5]. T.L. Varretto et al. сообщают, что использование ультразвука при посоле уменьшило общее выделение жидкости и увеличило плотность сырья, что положительно сказывалось на физико-химических свойствах, микроструктуре и сенсорном восприятии реструктурированной вареной ветчины [6]. Многие авторы подтверждают, что ультразвук повышает нежность мяса [7, 8, 9, 10].

Продолжительность посола будет зависеть от массы мяса, объема ванны ультразвуковой установки, количества ультразвуковых излучателей, обеспечивающих минимальную степень затухания акустических волн.

Использование ультразвука низких частот в процессе посола увеличивает количество поперечных микротрещин и щелей в мышечных во-

Технические параметры

Частота ультразвука, кГц	Интенсивность ультразвука	Время посола	Температура рассола
24–26	1 Вт/см ²	3–5 ч	не более 8...10 °С

локнах, приводит к их фрагментации. Наряду с деструкцией мышечных волокон возникают локальные разрушения сарколеммы. Эти процессы способствуют проникновению рассола между мышечных волокон и ускоряют диффузию соли в глубину волокна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интенсификация посола баранины низкими частотами ультразвука / А.В. Молчанов [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 3. – С. 33–35.

2. Потороко И.Ю., Цирульниченко Л.А. Исследование кинетических закономерностей посола мяса птицы с использованием кавитационно активированных жидких сред // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т. 2. – № 3. – С. 21–28.

3. Рудик Ф.Я., Моргунова Н.Л., Семилет Н.А. Интенсификация подготовки зерна к помолу // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 7. – С. 52–55.

4. Цирульниченко Л.А., Потороко И.Ю. Исследование кинетических закономерностей посола мяса цыплят-бройлеров с использованием активированных жидких сред // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2014. – Т. 2., № 4. – С. 36–41.

5. Effects of power ultrasound on oxidation and structure of beef proteins during curing processing / D.C. Kang [et al.] // Ultrason Sonochem. – 2016 – No 33. – P. 47–53.

6. Improving sensory acceptance and physicochemical properties by ultrasound application to restructured cooked ham with salt (NaCl) reduction / T.L. Barretto [et al.] // Meat Sci. 2018. No 145. P. 55–62.

7. Pena-Gonzalez E.M.M., Alarcon-Rojo A. A.D.D. Renteria A., Garcia I.E., Santellano A., Quintero L. Luna, Quality and sensory profile of ultrasound-treated beef, Ital. J. Food Sci. 29 (2017) 463–475. doi:10.14674/1120-1770/ijfs.v604.

8. Chang H.-J., Wang Q., Tang C.-H., Zhou G.-H. Effects of Ultrasound Treatment on Connective Tissue Collagen and Meat Quality of Beef Semitendinosus

Muscle, J. Food Qual. 38 (2015) 256–267. doi:10.1111/jfq.12141

9. Zhou G.H., Xu X.L., Liu Y. Preservation technologies for fresh meat – A review, Meat Sci. 86 (2010) 119–128. doi:10.1016/j.meatsci.2010.04.033.

10. Xiong G.Y., Zhang L.L., Zhang W., Wu J. Influence of ultrasound and proteolytic enzyme inhibitors on muscle degradation, tenderness, and cooking loss of hens during aging, Czech J. Food Sci. 30 (2012) 195–205.

Красникова Екатерина Сергеевна, д-р вет. наук, проф. кафедры «Зоотехния и ветеринария», Мичуринский государственный аграрный университет. Россия.

393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101.

Тел.: (47545) 3-88-01

Моргунова Наталья Львовна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Технологии продуктов питания», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101.

Тел.: (8452) 69-25-32.

Красников Александр Владимирович, д-р вет. наук, доцент, зав. кафедрой «Зоотехния и ветеринария», Мичуринский государственный аграрный университет. Россия.

393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101.

Тел.: (47545) 3-88-01

Семилет Никита Александрович, канд. техн. наук, ассистент кафедры «Технологии продуктов питания», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410005, г. Саратов, ул. Соколова, 335.

Тел.: (8452) 69-25-32.

Ключевые слова: ультразвук; установка; посол; мясо; гистологические исследования.

JUSTIFICATION OF TECHNICAL PARAMETERS OF AN ULTRASONIC DEVICE FOR IMPROVEMENT OF MEAT SALTING EFFICIENCY

Krasnikova Ekaterina Sergeevna, Doctor of Veterinary Sciences, Professor of the chair “Zootechnics and Veterinary medicine”, Michurinsk State Agrarian University. Russia.

Morgunova Natalya Lvovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair “Food Technology”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Rudik Phelix Yakovlevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair “Food Technology”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Krasnikov Aleksandr Vladimirovich, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the chair “Zootechnics and Veterinary medicine”, Michurinsk State Agrarian University. Russia.

Semilet Nikita Andreevich, Candidate of Technical Sciences, Assistant of the chair “Food Technology”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: ultrasound; ultrasound device; salting; lamb meat; histological studies.

The results of a study of the effect of wet ultrasonic lamb meat salting on the muscle tissue microstructure are presented, and the technical parameters of the ultrasonic device are justified. It has been established that significant destruction and swelling of muscle fibers, local destruction of the sarcolemma with its pronounced rugosity are observed at ultrasonic salting with a frequency of 35 kHz, the cross-striation is poorly expressed, the tissue structure is disturbed. An ultrasonic salting with a frequency of 26 kHz was accompanied an increase in the number of transverse microcracks and crevices, loosening of muscle fibers, the formation of cavities between them while retention of the tissue structure, which contributes to the appearance of a brine between muscle fibers and accelerates its penetration into the fiber. It allows us to recommend ultrasound at a frequency of 26 kHz for cavitation activation of the brine to intensify the technological process of lamb meat salting.

