

Akbope Tontaevna Ermekbayeva – PhD, senior lecturer of the «Biotechnology» department, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Kazakhstan; e-mail: akbope.1988@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4606-2448>.

Saule Rafailovna Nurtiluova – senior teacher of the «Biology and Geography» department, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Kazakhstan; e-mail: nursaule@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2294-8877>.

Rakhat Maratovich Balkhibekov – senior teacher of the «Biotechnology» department, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Kazakhstan; e-mail: vip.rachat@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2559-4509>.

Материал 12.10.2023 ж. баспаға түсті.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-4(12)-14

MPHTI: 65.09.05

**Д.Р. Орынбеков¹, Ж.С. Есимбеков², Ш. Жакупбекова¹,
А.О. Майжанова² Ш.А. Амирханов^{1*}**

¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт
перерабатывающей и пищевой промышленности»,
071410, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Байтурсынова, 29

*e-mail: shyngys_a@inbox.ru

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Аннотация: В статье приведены результаты исследования влияния ультразвуковой обработки на изменение качественных показателей мяса.

В большинстве проведенных ранее исследований по применению ультразвуковой обработки отмечено положительное воздействие на качественные показатели мяса и мясных продуктов. Ультразвуковая обработка широко распространена в ускорении технологических процессов, улучшении функционально-технологических и структурно-механических свойств мяса.

В процессе данных исследований образцы мяса различных видов животных подвергались ультразвуковому воздействию различной продолжительности, после чего определялось изменение напряжения среза, влагосвязывающей способности и микробиологических показателей свинины, говядины, баранины и конины. В результате ультразвуковая обработка позволила снизить напряжение среза всех видов мяса. Определена оптимальная продолжительность ультразвуковой обработки, при которой повышается влагосвязывающая способность мяса. По мере увеличения продолжительности ультразвуковой обработки наблюдалось снижение количества патогенных микроорганизмов в мясе.

По результатам данных исследований сделан вывод о важности ультразвуковой обработки для мясной промышленности, поскольку этот метод может быть использован в качестве нетермического воздействия для улучшения физических, биохимических и микробиологических характеристик, повышающих качество, безопасность и увеличивающих срок хранения различных мясных продуктов.

Ключевые слова: ультразвуковая обработка, мясо, мясные продукты, напряжение среза, влагосвязывающая способность, микробиологические показатели.

Введение

Ученые на протяжении двух последних десятилетий активно исследуют возможность применения ультразвуковой обработки в различных отраслях пищевой промышленности. Ультразвук является инновационной технологией, используемой не только непосредственно

для анализа, но и в целях модификации пищевых продуктов. Это возможно благодаря способности ультразвукового воздействия обеспечивать интенсификацию процессов обработки пищевых продуктов без снижения их качества [1].

Ультразвуковая обработка являясь одной из эффективных технологии в пищевой промышленности может применяться с целью повышения качества и безопасности продуктов. Также данный вид обработки имеет потенциал для интенсификации технологических процессов, совершенствования методов определения качества мясного сырья. Это требует проведения научных исследований, направленных на глубокое изучение механизмов воздействия ультразвука на биологические объекты и определение оптимальных режимов их обработки [2].

Ультразвуковая обработка мяса и мясных продуктов положительно влияет на функционально-технологические и структурно-механические характеристики, сокращая при этом некоторые технологические процессы (посол, экстракция, эмульгирование, гидратация и др.). Воздействие ультразвуковых волн на мясо вызывает такие эффекты, как усиление денатурации белков и повышение водоудерживающей способности. Эти изменения в конечном итоге приводят к снижению напряжения среза мяса, в результате чего продукт становится более нежным и приятным на вкус [3]. Ученые используют ультразвуковые волны с низким содержанием интенсивности для измерения механических свойств мяса [4].

Контроль показателей качества, инактивация микроорганизмов, совершенствование и ускорение технологических процессов переработки мяса являются основными направлениями практического использования ультразвуковой обработки в мясной промышленности. Положительные эффекты возникающие при ультразвуковом воздействии обусловлены частичным разрушением соединительных тканей и мышечных волокон, благодаря чему создаются условия, которые оптимальны для интенсификации химических процессов в тканях из-за облегчения действия ферментов мяса и массообменных процессов [5].

Установлено, что при воздействии ультразвуком наблюдается повышение влагоудерживающей способности почти в два раза по сравнению с контрольным образцом мяса без обработки ультразвуком [6]. А также в процессе посола ультразвук улучшает водосвязывающую способность, цвет и увеличивает выход продукта [7].

Стоит особо отметить бактерицидный и антимикробный эффект ультразвукового воздействия на сырье животного и растительного происхождения, который зависит от кавитации и интенсивности звука. Действие ультразвука приводит к быстрой гибели грамположительных и грамотрицательных анаэробных и аэробных, патогенных и непатогенных бактерий [8].

С целью определения эффективности обработки мяса ультразвуком были проведены исследования при которых мясо свинины, говядины, баранины и конины подвергалось ультразвуковому воздействию различной продолжительности. После обработки ультразвуком проводился анализ напряжения среза, влагосвязывающей способности и микробиологических показателей мяса.

Методы исследования

Влияние ультразвуковой обработки на изменение напряжения среза различных видов мяса определяли с помощью структурометра СТ-4 (Фирма «Радиус», Россия). Пробы мяса (свинина, говядина, баранина, конина) разрезали на куски, размером 5х5 см. Далее мясо закладывали в стеклянные колбы объемом 1000 мл. Колбу заполняли водой (500 мл, температура 15-18°C) и помещали в ультразвуковую ванну. Температура в ультразвуковой ванне составляла 20±5 °C. Процесс ультразвукового воздействия осуществляли от 2 до 15 мин (2 мин, 5 мин, 10 мин, 15 мин) частотой 60 Гц. После каждого временного отрезка измеряли напряжение среза мяса на структурометре.

С целью определения влагосвязывающей способности мяса, брали 3 г образца с каждого вида мяса, помещали образец на фильтровальную бумагу и затем груз массой 1 кг устанавливали на образец, выдерживали в течение 10 минут. С помощью программы Compas-3D V-14 сканировали площадь образовавшихся пятен проб мяса на фильтровальной бумаге, и сохраняли в формате JPEG. В программе Compas-3D V-14, открывали файл, сохраненный в формате JPEG и с помощью команды «ПЛОЩАДЬ» из интерфейса. В программе вокруг спрессованного мяса очерчивали контур пятна. Вычисление размера

влажного пятна проводили по разности между общей площадью пятна и площадью пятна, образованного мясом [9].

Массовую долю связанной влаги в образце вычисляют по формулам (1, 2):

$$x_1 = (A - 8,4Б) \times 100/m_0 \quad (1)$$

$$x_2 = (A - 8,4Б) \times 100/A \quad (2)$$

где: x_1 – массовая доля связанной влаги в мясе, %;

x_2 – содержание связанной влаги в общей влаге, %;

Б – площадь влажного пятна, см²;

m_0 – масса взвешенных образцов мяса, мг;

А – общая масса влаги в образцах мяса, мг.

Пробоподготовка, измельчение проб и отбор их навесок при микробиологическом анализе, проводилась согласно ГОСТ Р 51 448. Отбирали 1,0 см³ взвеси из подготовленного образца, снимали крышку пластины и в центр пластины вносили отобранный объем взвеси. Внесенная взвесь равномерно распределялась по поверхности. После чего закрывали крышку пластины и размещали в термостат, располагая ее в горизонтальном положении крышкой вниз. После чего инкубировали посевы 24-48 ч при температуре 30-35 °С. Проводили учет результатов анализа по ГОСТ 10444.15 [10].

Результаты исследований

Результаты исследования показали значительное снижение напряжения среза мяса с увеличением продолжительности ультразвуковой обработки для всех четырех видов мяса (табл. 1, рис. 1). Наиболее выраженная реакция наблюдалась у свинины: напряжение среза снизилось с 11,42 кПа до 5,74 кПа через 15 минут после обработки. Говядина показала умеренное снижение напряжения среза, его значения варьировались от 16,53 кПа до 10,20 кПа. Баранина и конина также продемонстрировали снижение напряжения сдвига: с 12,63 кПа до 7,73 кПа и с 13,17 кПа до 8,06 кПа, соответственно.

Таблица 1 – Напряжение среза разных видов мяса в зависимости от продолжительности ультразвуковой обработки, кПа

Образец	Время воздействия ультразвука, мин				
	0	2	5	10	15
Свинина	11,42	8,23	6,89	6,42	5,74
Говядина	16,53	12,04	10,84	10,73	10,20
Баранина	12,63	9,25	8,10	7,98	7,73
Конина	13,17	9,65	8,45	8,33	8,06

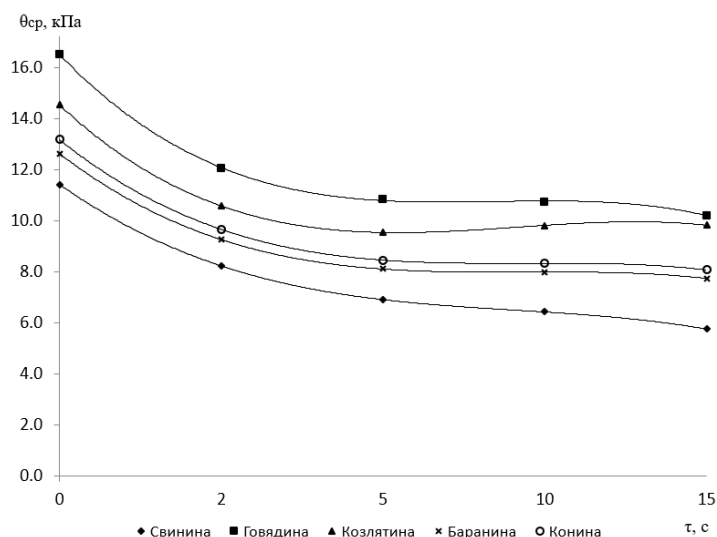


Рисунок 1 – Влияние продолжительности ультразвуковой обработки на изменение напряжения среза мяса

Ультразвуковая обработка оказала положительное влияние на влагосвязывающую способность мяса. Во всех видах мяса с увеличением времени ультразвуковой обработки наблюдалось стабильное увеличение влагосвязывающей способности (рисунок 2). Это свидетельствует о том, что ультразвуковая обработка нарушает структуру мышц и белковые сети, что позволяет лучше удерживать воду. Максимальное увеличение влагосвязывающей способности произошло при 15 минутах обработки, что свидетельствует о том, что эта продолжительность оптимальна для повышения влагосвязывающей способности всех четырех видов мяса.

Исходная влагосвязывающая способность каждого вида мяса была различной, причем самая высокая была у говядины (64,30%), а самая низкая – у свинины (51,60%). После 15-минутной обработки наибольшее увеличение влагосвязывающей способности показала говядина (75,23%), за ней следуют конина (73,19%), баранина (69,92%) и свинина (57,28%).

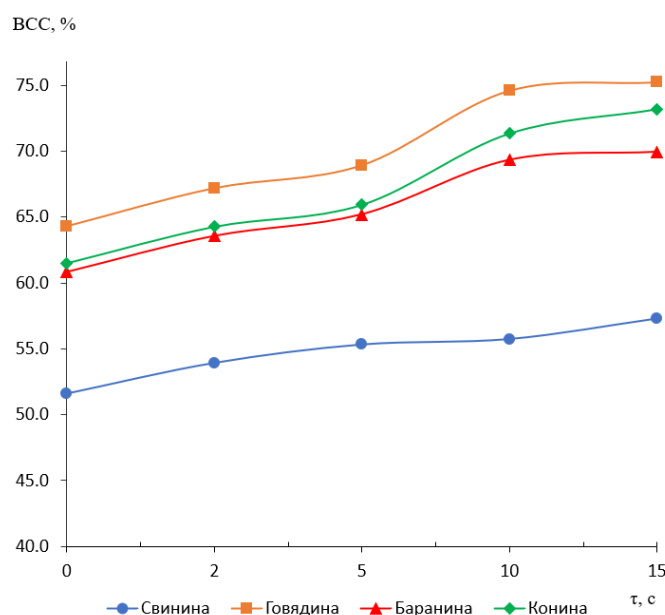


Рисунок 2 – Влияние продолжительности ультразвуковой обработки на изменение влагосвязывающей способности мяса

Результаты исследования (табл. 2) позволили получить представление об изменении микробной нагрузки при воздействии ультразвука и ее потенциальном влиянии на безопасность мяса в соответствии с нормативными требованиями. Необходимо отметить снижение количества патогенных микроорганизмов во всех видах мяса по мере увеличения продолжительности ультразвуковой обработки. Это снижение особенно заметно при большей продолжительности обработки, причём наиболее значительное уменьшение наблюдается после 10 и 15 минут ультразвукового воздействия. Эта тенденция свидетельствует о том, что ультразвуковая обработка оказывает заметное влияние на популяцию микроорганизмов, что может способствовать повышению безопасности мяса.

Таблица 2 – Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в разных видах мяса в зависимости от продолжительности ультразвукового воздействия

Образец	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более					Норматив по ТР ТС 034/2013*, не более
	Продолжительность обработки, мин					
	0	2	5	10	15	
Свинина	0,5*10 ³	0,5*10 ³	0,4*10 ³	0,3*10 ³	0,3*10 ³	1*10 ³
Говядина	0,4*10 ³	0,4*10 ³	0,3*10 ³	0,3*10 ³	0,2*10 ³	1*10 ³
Баранина	0,4*10 ³	0,4*10 ³	0,4*10 ³	0,3*10 ³	0,2*10 ³	1*10 ³
Конина	0,3*10 ³	0,3*10 ³	0,2*10 ³	0,2*10 ³	0,1*10 ³	1*10 ³

*Технический регламент Таможенного союза 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции»

Во всех образцах мяса до и после обработки ультразвуком не были обнаружены бактерии группы кишечной палочки, патогенные и условно патогенные, в том числе сальмонеллы, а также дрожжи и плесени.

Обсуждение научных результатов

Наблюдаемое снижение напряжения среза мяса после ультразвуковой обработки можно объяснить механическим разрушением мышечных волокон под действием ультразвуковых волн. Эти изменения в структуре мышц приводят к снижению устойчивости мяса к деформации, в результате чего продукт становится более нежным. Степень снижения напряжения среза у разных видов мяса различна из-за различий в структуре мышц, составе белков и содержании соединительной ткани. Свинина, имеющая более тонкие мышечные волокна и меньшее содержание соединительной ткани, более восприимчива к ультразвуковому воздействию по сравнению с говядиной, бараниной и кониной.

Ультразвуковая обработка приводит к изменению структуры мяса и распределению воды, в результате чего улучшается влагосвязывающая способность. Это может привести к уменьшению потери влаги, улучшению текстуры и увеличению срока хранения. Кроме того, ультразвуковая обработка может потенциально повысить пищевую ценность мяса за счет ускорения денатурации белка и повышения его растворимости.

Снижение количества патогенных микроорганизмов при воздействии ультразвуком может быть обусловлена рядом факторов, включая явление кавитации, т.е. образование и схлопывание пузырьков в жидкости, которые могут повреждать микроорганизмы; сдвиговые силы, которые могут разрушать клеточные стенки микроорганизмов; выделение тепла, которое может привести к гибели микроорганизмов.

Заключение

В заключение следует отметить, что результаты данных исследований свидетельствуют о том, что ультразвуковая обработка позволила улучшить показатели напряжения среза мяса. Более длительная обработка привела к повышению влагосвязывающей способности всех видов мяса. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии ультразвуковой обработки на снижение численности мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов в мясе, которые могут способствовать порче мяса и сокращению срока его хранения.

Таким образом, ультразвуковая обработка имеет важное значение для мясной промышленности, поскольку она может быть использована в качестве нетермического воздействия для повышения качества, безопасности и увеличения срока хранения различных мясных продуктов.

Список литературы

1. Разинькова В.Г., Гордеева А.Б., Борисенко А.А., Борисенко А.А., Борисенко Л.А. Зарубежный опыт и перспективы использования ультразвуковой обработки в пищевой промышленности. – 2021. – С. 217.
2. Горбунова Н.А. Альтернативные технологии – ультразвук в мясной промышленности (по материалам зарубежной литературы) // Все о мясе. – 2016. – №. 2. – С. 37-41.
3. Позднякова Ю.М., Ким Г.Н., Ковалев Н.Н., Перцева А.Д. Биоконверсия мышечной ткани трепанга методом ультразвуковой обработки и ферментативного гидролиза // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 4. – С. 54-59.
4. Guillermic R.M. et al. Characterization of the mechanical properties of high-moisture meat analogues using low-intensity ultrasound: Linking mechanical properties to textural and nutritional quality attributes // Food Research International. – 2023. – Т. 173. – Р. 113193.
5. Горбунова Н.А. Альтернативные технологии-ультразвук в мясной промышленности (по материалам зарубежной литературы) // Все о мясе. – 2016. – №. 2. – С. 37-41.
6. Потороко И.Ю., Цирульниченко Л.А. Инновационные способы улучшения потребительских свойств продуктов переработки мяса птицы // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2015. – Т. 3. – №. 3. – С. 55-62.
7. Ибрагимов И.Е., Артемов Р.В. Перспективы использования физических методов обработки сырья в технологии производства рыбных фаршей // Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти Василия Матвеевича Горбатова. – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный центр пищевых систем им. ВМ Горбатова РАН. – 2016. – №. 1. – С. 134-137.

8. Corde S., Thauray C., Phuoc K. Ta, Lifschitz A., Lambert G., Lundh O., Brijesh P., Arantchuk L., Sebban S., Rousse A., Faure J., & Malka V. // Betatron emission as a diagnostic for injection and acceleration mechanisms in laser-plasma accelerators. *Plasma Physics and Controlled Fusion*. – 2012 – 54(12). – P. 1-8.
9. Пат. 28152РК. Способ определения водосвязывающей способности пищевых продуктов / Кабулов Б.Б., Какимов А.К., Есимбеков Ж.С., Ибрагимов Н.К.; опубл. 17.02.2014, Бюл. № 2.
10. ГОСТ Р 54354-2011. Мясо и мясные продукты. Общие требования и методы микробиологического анализа. Введ. 01.01.2013 г. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 37 с.

References

1. Razinkova V.G., Gordeeva A.B., Borisenko A.A., Borisenko A.A., Borisenko L.A. Foreign experience and prospects of using ultrasonic processing in the food industry. – 2021. – P. 217. (In Russian).
2. Gorbunova N.A. Alternative technologies – ultrasound in the meat industry (based on materials from foreign literature) // *All about meat*. – 2016. – №. 2. – P. 37-41. (In Russian).
3. Pozdnyakova Yu.M., Kim G.N., Kovalev N.N., Pertseva A.D. Bioconversion of trepang muscle tissue by ultrasonic treatment and enzymatic hydrolysis // *Bulletin of KrasSAU*. – 2015. – №.4. – P. 54-59. (In Russian).
4. Guillermic R.M. et al. Characterization of the mechanical properties of high-moisture meat analogues using low-intensity ultrasound: Linking mechanical properties to textural and nutritional quality attributes // *Food Research International*. – 2023. – T. 173. – p. 113193. (In English).
5. Gorbunova N.A. Alternative technologies – ultrasound in meat industry (on the materials of foreign literature) // *All about meat*. – 2016. – No. 2. – P. 37-41. (In Russian).
6. Potoroko I.Yu., Tsirolnichenko L.A., The innovative way to improve the consumer properties of the poultry processing *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. – 2015. – vol. 3. – №. 3. – P. 55-62. (In Russian).
7. Ibragimova I.E., Artyomov R.V. Prospects of using physical methods of processing raw materials in the technology of production of minced fish // *International scientific and practical conference dedicated to the memory of Vasily Matveevich Gorbato*. – Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center for Food Systems named after V.M. Gorbato RAS. – 2016. – №. 1. – P. 134-137. (In Russian).
8. Corde S., Thauray C., Phuoc K. Ta, Lifschitz A., Lambert G., Lundh O., Brijesh P., Arantchuk L., Sebban S., Rousse A., Faure J., & Malka V. (2012). Betatron emission as a diagnostic for injection and acceleration mechanisms in laser-plasma accelerators. *Plasma Physics and Controlled Fusion*. – 54(12), 1-8. (In English).
9. Пат. 28152РК. A method for determining the water-binding capacity of food products / Kabulov B.B., Akimov A.K., Isimbekov Zh.S., Ibragimov N.K.; publ. 17.02.2014, Byul. №. 2. (In Russian).
10. GOST R 54354-2011. Meat and meat products. General requirements and methods of microbiological testing. Introduction. 01.01.2013 – Moscow: Standartinform, 2013. – 37 p. (In Russian).

Информация о финансировании

Данное исследование выполнено в рамках научно-технической программы BR21882447 – «Разработка системы обеспечения безопасности пищевых продуктов в условиях длительного хранения на основе электрофизических и радиационных методов обработки», финансируемой Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан.

**Д.Р. Орынбеков¹, Ж.С. Есимбеков², Ш. Жакупбекова¹,
А.О. Майжанова², Ш.А. Амирханов^{*}**

¹Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі, 20 А

²«Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты»
ЖШС-нің Семей филиалы,
071410, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Байтұрсынов к-сі, 29

*e-mail: shyngys_a@inbox.ru

УЛЬТРАДЫБЫСТЫҢ АЗЫҚ-ТҮЛІК ШИКІЗАТЫ МЕН ДАЙЫН ӨНІМНІҢ САПАЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Мақалада ультрадыбыстық өңдеудің ет сапасының өзгеруіне әсері туралы зерттеу нәтижелері келтірілген.

Ультрадыбыстық өңдеуді қолдану бойынша бұрын жүргізілген зерттеулердің көпшілігінде ет пен ет өнімдерінің сапалық көрсеткіштеріне оң әсері байқалды. Ультрадыбыстық өңдеу технологиялық процестерді жеделдетуде, еттің функционалдық-технологиялық және құрылымдық-механикалық қасиеттерін жақсартуда кең таралған.

Осы зерттеулер барысында жануарлардың әртүрлі ет үлгілері әртүрлі ұзақтықтағы ультрадыбыстық әсерге ұшырады, содан кейін шошқа, сиыр, қой және жылқы еттерінің кесілудегі кернеуінің, ылғалды байланыстыру қабілетінің және микробиологиялық көрсеткіштерінің өзгеруі анықталды. Нәтижесінде ультрадыбыстық өңдеу еттің барлық түрлерінің кесу кернеуінің төмендетуге мүмкіндік берді. Еттің ылғал байланыстырғыш қабілетін арттыратын ультрадыбыстық өңдеудің оңтайлы ұзақтығы анықталды. Ультрадыбыстық өңдеу ұзақтығы ұлғайған сайын еттердегі патогенді микроағзалардың санының төмендеуі байқалды.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша ет өнеркәсібі үшін ультрадыбыстық өңдеудің маңыздылығы туралы қорытынды жасалды, өйткені бұл әдіс физикалық, биохимиялық және микробиологиялық көрсеткіштерді, сапа мен қауіпсіздікті жақсарту және әртүрлі ет өнімдерінің сақтау мерзімін ұзарту үшін термиялық емес әсер ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: ультрадыбыстық өңдеу, ет, ет өнімдері, кесілудегі кернеуі, ылғал байланыстырғыш қабілеті, микробиологиялық көрсеткіштер.

**D. Orynbekov¹, Zh. Yessimbekov², Sh. Zhakupbekova¹,
A. Maizhanova², Sh. Amirkhanov^{*}**

¹Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20A, Glinka str.

²Semey branch "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry"

071410, Republic of Kazakhstan, Semey, Baitursynov str., 29

*e-mail: shyngys_a@inbox.ru

THE EFFECT OF ULTRASOUND ON THE QUALITY INDICATORS OF FOOD RAW MATERIALS AND FINISHED PRODUCTS

The article presents the results of a study of the effect of ultrasonic treatment on changes in the quality of meat.

In most of the previous studies on the use of ultrasonic treatment, a positive effect on the quality of meat and meat products was noted. Ultrasonic processing is widespread in accelerating technological processes, improving the functional, technological and structural and mechanical properties of meat.

In the course of these studies, meat samples of various animal species were subjected to ultrasound exposure of various durations, after which changes in shear stress, moisture binding capacity and microbiological parameters of pork, beef, mutton and horse meat were determined. As a result, ultrasonic processing has reduced the stress of cutting all types of meat. The optimal duration of ultrasonic treatment has been determined, which increases the moisture binding capacity of meat. As the duration of ultrasonic treatment increased, a decrease in the number of pathogenic microorganisms in meat was observed.

Based on the results of these studies, it was concluded that ultrasonic treatment is important for the meat industry, since this method can be used as a non-thermal effect to improve physical, biochemical and microbiological characteristics that increase the quality, safety and increase the shelf life of various meat products.

Key words: ultrasonic processing, meat, meat products, shear stress, moisture binding capacity, microbiological parameters.

Сведения об авторах

Думан Рымгалиевич Орынбеков – кандидат технических наук, Председатель Правления – Ректор, НАО «Университет имени Шакарима города Семей», duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Жанибек Серикбекович Есимбеков – PhD, научный сотрудник, Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», zh.yessimbekov@rpf.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – магистр технических наук, докторант, НАО «Университет имени Шакарима города Семей», siyanie_88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Айгуль Омарбековна Майжанова – магистр технических наук, младший научный сотрудник, Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Шыңғыс Амиржанұлы Амирханов – магистр техники и технологии, НАО «Университет имени Шакарима города Семей», shyngys_a@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5594-1981>.

Авторлар туралы мәліметтер

Думан Рымгалиевич Орынбеков – техника ғылымдарының кандидаты, Басқарма Төрағасы – Ректор, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Жанибек Серикбекович Есимбеков – PhD, ғылыми қызметкер, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС-нің Семей филиалы, zh.yessimbekov@rpf.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – техника ғылымдарының магистрі, докторант, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, siyanie_88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Айгуль Омарбековна Майжанова – техника ғылымдарының магистрі, кіші ғылыми қызметкер, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми-зерттеу институты» ЖШС-нің Семей филиалы, fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Шыңғыс Амиржанұлы Амирханов – техника және технология магистрі, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КеАҚ, shyngys_a@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5594-1981>.

Information about the authors

Duman Orynbekov – candidate of technical sciences, Chairman of the Board – Rector, NCJSC "Shakarim University of Semey", duman_r@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9647-7046>.

Zhanibek Yessimbekov – PhD, research associate, Semey branch "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry", zh.yessimbekov@rpf.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Shugyla Zhakupbekova – master of technical sciences, doctoral student, NCJSC "Shakarim University of Semey", siyanie_88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Aigul Maizhanova – master of technical sciences, junior research assistant, Semey branch "Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry", fquekm2710@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4845-9465>.

Shyngys Amirkhanov – master of engineering and technology, NCJSC "Shakarim University of Semey", shyngys_a@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5594-1981>.

Материал поступил в редакцию 07.12.2023 г.