

Исследование структурно-механических и микроструктурных показателей созревания конины

Талгат Мухамедов¹, Сауле Мухамедова²

¹ Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова,
г. Костанай, Республика Казахстан

² «Национальный центр повышения квалификации “Орлеу”,
Институт повышения квалификации педагогических работников по Костанайской области»
г. Костанай, Республика Казахстан

Информация о статье

Поступила в редакцию:

17.12.2024

Принята

к опубликованию:

19.03.2025

УДК 637.5.032

Ключевые слова:

конина, мясо, нежность, сухое и влажное созревание, структурно-механические показатели, микроструктурные показатели.

Keywords:

horsemeat, meat, tenderness, dry and wet maturation, structural and mechanical parameters, microstructural indicators.

Аннотация

Нежность мяса является ключевым фактором, который влияет на его приемлемость потребителями. У конины, как и любого другого вида мяса, нежность может определяться многими факторами. По сравнению с другими видами мяса конина отличается большей связностью и твёрдостью за счёт типа мышечных волокон. Цель исследования — сравнительная оценка структурно-механических и микроструктурных показателей конины сухого и влажного созревания. В качестве объекта исследования были использованы образцы конины сухого и влажного созревания продолжительностью 14, 21 сут., полученные из длиннейшей мышцы (Longissimus Dorsi) спинно-поясничного отруба конины. Измерение прочностных свойств конины сухого и влажного созревания осуществляли прибором Уорнера–Брацлера. Гистологические исследования степени созревания конины определяли по ГОСТ 19496-2013. Наблюдалось снижение прочностных свойств конины сухого и влажного созревания продолжительностью 14 и 21 сут. относительно контроля. Повышение пластичности свидетельствует об изменении консистенции, т.е. понижении жёсткости конины. Показатель пластичности характеризует способность конины сопротивляться

DOI: <https://doi.org/10.24866/2311-2271/2025-1/1699>

Ссылка для цитирования. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М. Исследование структурно-механических и микроструктурных показателей созревания конины // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2025. № 1 (113). С. 76–82. — DOI: 10.24866/2311-2271/2025-1/1699

изменению формы под внешним воздействием. Микроструктурное исследование доказало, что конина сухого и влажного созревания за 14 сут. не достигает полного созревания, а при 21 сут. достигает, так как в мышечной ткани конины наблюдается распад волокон с продольной и поперечной фрагментацией, способствующей разрыхлению их структуры и формированию нежной консистенции конины. В результате полученных данных можно сделать следующие выводы: применение сухого и влажного метода созревания снижает жёсткость конины и увеличивает нежность. Продолжительность созревания положительно влияет на качество конины.

Investigation of structural, mechanical and microstructural parameters of horse meat maturation

Talgat A. Mukhamedov, Saule M. Mukhamedova

Abstract

Meat tenderness is a key factor that affects its acceptability by consumers. In horse meat, as in any other type of meat, tenderness can be determined by many factors. Compared to other types of meat, horse meat is more coherent and firm due to the type of muscle fibers. The aim of the study is a comparative assessment of the structural-mechanical and microstructural indicators of dry and wet-aged horse meat. The objects of the study were dry and wet-aged horse meat samples with a duration of 14 and 21 days, obtained from the longissimus dorsi muscle of the dorsal-lumbar cut of horse meat. The strength properties of dry and wet-aged horse meat were measured using a Warner-Bratsler device. Histological studies of the degree of maturation of horse meat were determined according to GOST 19496-2013. A decrease in the strength properties of dry- and wet-aged horse meat for 14 and 21 days was observed relative to the control. An increase in plasticity indicates a change in consistency, i.e. a decrease in the rigidity of horse meat. The plasticity index characterizes the ability of horse meat to resist changes in shape under external influence. A microstructural study has proven that dry- and wet-aged horse meat does not reach full maturity in 14 days, but does so in 21 days, since the muscle tissue of horse meat exhibits fiber disintegration with longitudinal and transverse fragmentation, which contributes to the loosening of their structure and the formation of a tender consistency of horse meat. Based on the data obtained, the following conclusions can be drawn: the use of dry and wet maturation methods reduces the rigidity of horse meat and increases tenderness. The duration of maturation has a positive effect on the quality of horse meat.

Введение

Нежность мяса является ключевым фактором, который влияет на его приемлемость потребителями. Нежность мяса определяется комплексом факторов, включая посмертный протеолиз, фоновую жёсткость, длину саркомера, содержание внутримышечных липидов и другие аспекты. После забоя начинается разложение белков, что способствует размягчению ткани, а продолжительность хранения мяса влияет на степень этого процесса. Фоновая жёсткость зависит от возраста животного, его активности и типа мышечных волокон, а длина саркомеров влияет на текстуру мяса: короткие саркомеры приводят к жёсткости, длинные — к мягкости. Содержание жиров в мышцах улучшает консистенцию мяса,

снижая его жёсткость и влияя на вкус. Также на нежность влияют рН мяса, температурные режимы хранения и методы старения, включая сухое и влажное старение, а также методы убоя и обработки, такие как шоковое замораживание и электрическая стимуляция [1].

Хорошо известно, что степень влияния различных аспектов на нежность мяса варьируется в зависимости от конкретного отруба, поэтому понимание того, какой из этих факторов наиболее значим для каждого отруба, является ключевым для улучшения качества мяса. Например, в более жёстких отрубях, таких как шея или лопатка, важным фактором будет уровень протеолиза и метод старения, в то время как для более мягких отрубов, таких как филе или вырезка, значительную роль играют содержание внутримышечных жиров и структура саркомеров. Разработка специфических методов обработки для каждого отруба позволяет значительно повысить его нежность и улучшить органолептические характеристики [2].

У конины, как и у любого другого вида мяса, нежность может определяться многими факторами. По сравнению с другими видами мяса конина отличается большей связностью и твёрдостью за счёт типа мышечных волокон. Мышечные волокна тонкие, с вкраплениями жировой ткани, что даёт желаемый эффект мраморности. Мясо жеребят и молодых лошадей, однако, имеет более нежную структуру и лучше переваривается, чем говядина или свинина. Следует отметить, что конина, полученная после убоя, относительно твёрдая, связная и имеет характерный вкус и запах, который отличается от других видов мяса. Недостаточная нежность конины, в отличие от других видов мяса, обусловлена высоким уровнем белков соединительной ткани, а также более высокой термостойкостью коллагена конских мышц. Конина содержит меньше жира, что также способствует её более твёрдой текстуре по сравнению с мясом других животных, таких как говядина или свинина [3].

Цель исследования — сравнительная оценка структурно-механических и микроструктурных показателей конины сухого и влажного созревания.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования были использованы образцы конины сухого и влажного созревания продолжительностью 14, 21 сут., полученные из длиннейшей мышцы (*Longissimus Dorsi*) спинно-поясничного отруба конины.

Для получения конины сухого созревания применялся шкаф сухого созревания “dry-aging” Samaref (SAMAREFDE 700 RFPVBK, Samaref, Италия), при температуре $2,5 \pm 1$ °С, относительной влажности воздуха 60–75% и воздушном потоке 0,5–2,5 м/с. В целях поглощения лишней влаги и стерилизации воздуха в шкаф сухого созревания закладывалась гималайская соль [4].

Для получения конины влажного созревания применялись вакуумные пакеты типа полиамид с полиэтиленом (РА/РЕ), толщиной 120 мкн,

упакованные в аппарате Turbovac (Turbovac ST-320, Turbovac, Нидерланды). Далее конину влажного созревания в вакуумных пакетах помещали в камеру охлаждённой продукции Polair (Polair CC214-S, Polair, Россия), поддерживая температуру на уровне 2 ± 1 °С, относительную влажность не более 90%, поток воздуха 0,2–7,0 м/с [5].

Измерение прочностных свойств конины сухого и влажного созревания осуществляли прибором Уорнера–Брацлера. Измерением величины усилия, необходимого для разрезания образца правильной формы размером 10×20 мм при приложении нагрузки на режущий инструмент, лезвие которого (толщина — $1 \cdot 10^{-3}$ м) установлено нормально скорости его перемещения, заточено под малым углом (15°), показания — по динамометру.

Гистологические исследования степени созревания конины определяли по ГОСТ 19496-2013. Определение характеристики микроструктурных показателей мясного сырья и готовых мясных продуктов, идентификация компонентов анализируемых образцов в соответствии с их микроструктурными особенностями, а также установление соотношения этих компонентов на гистологических препаратах.

Математическую обработку результатов исследований, выполненных с 3–5-кратной повторностью, а также расчёт корреляционных зависимостей осуществляли общепринятым параметрическим методом (t-критерий Стьюдента) с применением программы Statistica 10.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования структурно-механических показателей конины сухого и влажного созревания приведены в табл. 1.

Таблица 1

*Изменение прочностных свойств конины
сухого и влажного созревания*

Показатель	Продолжительность созревания, сут.				
	1	14		21	
	Метод созревания				
	Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Усилие резания, н/м ²	17,25±0,5	15,05±0,4	15,35±0,3	13,08±0,7	13,01±0,6
Пластичность, см ² /г	28,10±0,2	29,55±0,3	29,08±0,7	29,97±0,5	29,77±0,9

В табл. 1 наблюдается снижение прочностных свойств конины сухого и влажного созревания продолжительностью 14 и 21 сут. относительно контроля. Выявленное снижение прочностных свойств, объясняется тем, что созревание улучшает нежность конины независимо от метода созревания, что согласуется с результатами других исследований [6, 7].

Повышение пластичности свидетельствует об изменении консистенции, т.е. понижении жёсткости конины. Показатель пластичности характеризует способность конины сопротивляться изменению под внешним воздействием. Сравнение данных пластичности конины

сухого и влажного созревания продолжительностью 14 и 21 сут. свидетельствует о незначительных расхождениях между ними.

Микроструктурные исследования дополнили и подтвердили картину структурно-механических изменений, происходящих в конине при сухом и влажном созревании продолжительностью 14 и 21 сут.

По изменениям структуры мышечных волокон устанавливаются степени созревания конины. Микроструктурные характеристики конины в зависимости от степени созревания приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Микроструктурная характеристика конины
сухого и влажного созревания**

Продолжительность, метод созревания	Микроструктурная характеристика
1 сут., контроль	В срезах мяса обнаруживаются поперечно-щелевидные нарушения целостности или фрагментация отдельных мышечных волокон при сохранении во фрагментах структуры ядер, поперечной и продольной исчерченности
14 сут., сухой	В срезах мяса обнаруживаются множественные поперечно-щелевидные нарушения целостности или фрагментация многих мышечных волокон при сохранении во фрагментах структуры ядер, поперечной и продольной исчерченности
14 сут., влажный	В срезах мяса обнаруживаются множественные поперечно-щелевидные нарушения целостности или фрагментация многих мышечных волокон при сохранении во фрагментах структуры ядер, поперечной и продольной исчерченности
21 сут., сухой	В срезах мяса обнаруживается распад отдельных фрагментов на миофибриллы, а миофибрилл — на саркомеры в виде зернистой массы, местами заключённой в эндомизий
21 сут., влажный	В срезах мяса обнаруживается распад отдельных фрагментов на миофибриллы, а миофибрилл — на саркомеры в виде зернистой массы, местами заключённой в эндомизий

Согласно, данным табл. 2 конина при созревании продолжительностью 1 сут. (контроль) относится к 1 степени созревания. Конина при созревании продолжительностью 14 сут. (сухого и влажного созревания) относится к 2 степени созревания. К 3 степени созревания относятся конина при созревании продолжительностью 21 сут. (сухого и влажного созревания).

Микроструктурное исследование, доказало, что конина сухого и влажного созревания, при продолжительности 14 сут. не достигает полного созревания, а за 21 сут. достигает, так как в мышечной ткани конины наблюдается распад волокон с продольной и поперечной

фрагментацией, способствующей разрыхлению их структуры и формированию нежной консистенции конины.

Выводы

В результате полученных данных можно сделать следующие выводы: применение сухого и влажного метода созревания снижает жёсткость конины и увеличивает нежность. Продолжительность созревания положительно влияет на качество конины.

Список источников

1. Warner R.D., Wheeler T.L., Ha M. [et al.]. Meat tenderness: advances in biology, biochemistry, molecular mechanisms and new technologies // *Meat Sci.* 2022. 185 p. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108657>
2. Chun C.K.Y., Wu W., Welter A.A. [et al.]. A preliminary investigation of the contribution of different tenderness factors to beef loin, tri-tip and heel tenderness // *Meat Sci.* 2020. 170 p. — DOI: <https://doi.org/10.1016/meatsci.2020.108247>
3. Stanisławczyk R., Rudy M., Rudy S. The Quality of Horsemeat and Selected Methods of Improving the Properties of this Raw Material // *Processes.* 2021. Vol. 9. Art. 1672. — DOI: <https://doi.org/10.3390/pr9091672>
4. Пат. 9698 Республика Казахстан, МКП А23L 13/00 (2006.01), А23L 13/70 (2016.01). Способ сухого созревания конины и приготовление стейка на его основе / Т.А. Мухамедов, А.А. Мухамедов, А.А. Мухамедов [и др.]; заявитель и патентообладатель А.А. Мухамедов. — № 2024/0913.2; опубл. 18.10.24. Бюл. № 42.
5. Пат. 9780 Республика Казахстан, МКП А23L 13/00 (2006.01). Способ влажного созревания конины / Т.А. Мухамедов, А.А. Мухамедов, А.А. Мухамедов [и др.]; заявитель и патентообладатель А.А. Мухамедов. — № 2024/0932.2; опубл. 15.11.24. Бюл. № 46.
6. Smith R-D., Nicholson K-L., Nicholson J-D. [et al.]. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins // *Meat Sci.* 2008. Vol. 79 (4). P. 631–639. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.10.028>
7. Joo S-T., Lee E-Y., Son Y-M. [et al.]. Aging mechanism for improving the tenderness and taste characteristics of meat // *J AnimSci Technol.* 2023. Vol. 65 (6). P. 1151–1168. DOI: <https://doi.org/10.5187/jast.2023.e110>

Сведения об авторах / About authors

Мухамедов Талгат Амангалиевич, магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры “Продовольственная безопасность и биотехнологии”, Костанайский региональный университет им. А. Байтурсынова. 110000, Республика Казахстан, г. Костанай, ул. Байтурсынова, 47. ORCID: 0009-0004-8441-6691. E-mail: cheltob@mail.ru.

Talgat A. Mukhamedov. Master of Agricultural Sciences, Senior Lecturer at the Department of Food Safety and Biotechnology. Kostanay Regional University named after A. Baitursynuly. 47 Baitursynov Str., Kostanay, 110000, Republic of Kazakhstan. ORCID: 0009-0004-8441-6691. E-mail: cheltob@mail.ru.

Мухамедова Сауле Мараловна, магистр педагогических наук, главный специалист учебного отдела, Институт повышения квалификации педагогических работников по Костанайской области — филиал Национального центра повышения квалификации “Орлеу”. 110000, Республика Казахстан, г. Костанай, ул. Пролетарская, 86. ORCID: 0009-0001-9492-3898 E-mail: sau8484@mail.ru.

Saule M. Mukhamedova, Master of Pedagogical Sciences, Chief Specialist of the Educational Department, The Institute of Advanced Training of Teachers in Kostanay Region is a Branch of the National Center for Advanced Training of the city of Orleu. 86 Proletarskaya Str., Kostanay, 110000, Republic of Kazakhstan. ORCID: 0009-0001-9492-3898. E-mail: *sau8484@mail.ru*.