

Обзорная статья / Review article

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-69-89>
УДК 637.5'6.032/061



Исследования процесса созревания мяса

Т.А. Мухамедов✉¹, С.М. Мухамедова²

¹Некоммерческое акционерное общество «Костанайский региональный университет имени Ахмета Байтурсынулы»; г. Костанай Республика Казахстан

²Филиал акционерного общества «Национальный центр повышения квалификации «Өрлеу» Институт профессионального развития по Костанайской области»; г. Костанай Республика Казахстан
✉cheltob@mail.ru

Аннотация. Введение. В данной статье представлен обзор современных исследований, посвящённых различным методам созревания (старения) мяса животных, а также их физико-химическим, сенсорным и микробиологическим характеристикам. **Цель работы.** Анализ современных методов исследования процессов созревания (старения) конины, говядины и мяса ослов. **Методы исследования.** Систематический процесс поиска проводился в базе данных с применением определённых ключевых слов для соответствующих статей с момента их создания до 15 ноября 2024 года. Для более полного охвата соответствующей литературы список ссылок на связанные статьи был изучен вручную. **Результаты.** В статье анализируются результаты экспериментов, выполненных с использованием методов сухого и влажного созревания мяса. Установлено, что выбор метода созревания и рациона питания животных играет ключевую роль в формировании органолептических свойств мяса. Сравнительная оценка различных подходов к созреванию показала, что оптимальные условия хранения и кормления могут значительно улучшить качество мяса, повысив его питательные свойства и вкусовые характеристики, что имеет важное значение для мясной промышленности и потребительских предпочтений. **Заключение.** Анализ современных исследований, посвящённых методам старения мяса, демонстрирует значительное влияние различных факторов на его качество. Метод старения, система кормления и продолжительность выдержки оказывают существенное воздействие на физико-химические и сенсорные характеристики продукта. Сухое и влажное старение, каждое из которых имеет свои уникальные преимущества и недостатки, влияют на содержание питательных веществ, вкус и текстуру. Использование органических кормов дополнительно обогащает мясо ненасыщенными жирными кислотами, что усиливает его пищевую ценность.

Ключевые слова: конина, говядина, мясо ослов, мясо, созревание, методы старения, выдержка, физико-химические характеристики, сенсорные свойства, органолептические качества, системы кормления, сухое старение, влажное старение, жирные кислоты, микробиологические характеристики

Для цитирования: Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М. Исследования процесса созревания мяса. *Новые технологии* / *New technologies*. 2025; 21(1):69-89. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-69-89>

Investigation of the meat maturation process

T.A. Mukhamedov¹✉, S.M. Mukhamedova²

¹*Kostanay Regional University named after Akhmet Baitursynuly;
Kostanay, Republic of Kazakhstan*

²*Branch of the National Center for Advanced Training "Orleu", Institute
of Professional Development in the Kostanay region;
Kostanay, the Republic of Kazakhstan
✉cheltob@mail.ru*

Annotation. Introduction. This article provides an overview of current research on various methods of maturation (aging) of animal meat, as well as their physico-chemical, sensory and microbiological characteristics. The purpose of the work is to analyze modern methods of studying the processes of maturation (aging) of horse meat, beef and donkey meat. **The Research methods.** A systematic search process was conducted in the database using specific keywords for the relevant articles from the moment of their creation until November 15, 2024. For a more complete coverage of the relevant literature, the list of links to related articles was studied manually. **The Results.** The article analyzes the results of experiments performed using the methods of dry and wet maturation of meat. It has been established that the choice of the method of maturation and the diet of animals plays a key role in the formation of organoleptic properties of meat. A comparative assessment of various approaches to maturation has shown that optimal storage and feeding conditions can significantly improve the quality of meat, increasing its nutritional properties and taste characteristics, which is important for the meat industry and consumer preferences. **Conclusion.** An analysis of modern research on meat aging methods demonstrates the significant influence of various factors on its quality. The aging method, the feeding system and the duration of exposure have a significant impact on the physico-chemical and sensory characteristics of the product. Dry and wet aging, each with its own unique advantages and disadvantages, affect the nutrient content, taste and texture. The use of organic feeds additionally enriches the meat with unsaturated fatty acids, which enhances its nutritional value.

Keywords: horse meat, beef, donkey meat, meat, maturation, aging methods, aging, physico-chemical characteristics, sensory properties, organoleptic qualities, feeding systems, dry aging, wet aging, fatty acids, microbiological characteristics

For citation: Mukhamedov T.A., Mukhamedova S.M. Investigation of the meat maturation process. *Novye Tekhnologii / New technologies*. 2025; 21(1):69-89. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-1-69-89>

Введение. Качество мяса, в особенности конины, играет решающую роль в формировании потребительских предпочтений и обеспечении конкурентных преимуществ на рынке [1, с. 284].

Традиционные и инновационные методы старения мяса оказывают значительное влияние на его органолептические и физико-химические свойства. Анализ существующих данных о воздействии различных методов старения и систем кормле-

ния на качество мяса может стать основой для дальнейших исследований в этой области. Одним из ключевых аспектов является влияние кормления на состав мяса и его метаболические характеристики. Использование травяного корма повышает содержание полезных жирных кислот, улучшая пищевую ценность продукта. Кроме того, изменения микробиологического и реологического профиля мяса в процессе старения необходимо учитывать, так как они затра-

гивают не только качество продукта, но и его безопасность. Оптимизация условий созревания и кормления способствует сохранению как вкусовых, так и питательных свойств мяса, одновременно улучшая здоровье потребителей и поддерживая устойчивое развитие мясной промышленности [2, с. 1151].

Мясо является важным источником питательных веществ и играет незаменимую роль в сбалансированном питании человека. С целью повышения ценности мясной продукции производители активно разрабатывают продукты с добавленной стоимостью, включая преобразование сырого мяса в более стабильный и качественный продукт. Существенное влияние на мясной рынок оказывает изменение потребительских предпочтений, среди которых особой популярностью пользуется выдержка мяса. Процесс автолиза, также известный как созревание мяса, характеризуется посмертным самораспадом мышечных тканей, что приводит к изменениям химического состава, структуры и органолептических свойств мяса под действием эндогенных ферментов. Для созревания мяса применяются два метода: сухое и влажное созревание [3, с. 3].

Цель работы. Анализ современных методов исследования процессов созревания (старения) конины, говядины и мяса ослов.

Методы исследования. Систематический процесс поиска проводился в базе данных с применением определённых ключевых слов в соответствующих статьях с момента их создания до 15 ноября 2024 года. Для более полного охвата соответствующей литературы список ссылок на связанные статьи был изучен вручную.

Результаты. Методы старения. Сухое созревание представляет собой процесс выдерживания мяса или отрубов мяса в аэробных условиях, при котором мясо подвешивается в охлаждаемом помещении в

течение нескольких недель или даже месяцев. Процесс проводят при строго контролируемых параметрах температуры, относительной влажности и циркуляции воздуха [4, с. 20].

Влажное созревание, напротив, происходит в анаэробных условиях: мясо помещают в вакуумную упаковку и выдерживают при контролируемой температуре [5, с. 21].

Органолептические качества. На вкусовые характеристики мяса влияют условия созревания (влажное и сухое созревание). В настоящее время метод сухого созревания набирает популярность в Восточной и Юго-Восточной Азии. [6, с. 20].

Процесс сухой выдержки осуществляется в специализированных камерах с оптимальной температурой и влажностью, что способствует улучшению текстуры мяса и усилению его вкусовых качеств. Мясные отрубы подвергаются воздействию микроклимата камеры, будучи подвешенными или разложенными на стеллажах [7, с. 12; 8, с. 89].

На сегодняшний день широко известны исследования, направленные на выявление летучих соединений в мясе и изучение их вклада в формирование вкуса варёного мяса. Однако, несмотря на рост потребления мяса, сравнительный анализ качества продуктов, полученных благодаря сухому и влажному созреванию, был рассмотрен лишь в ограниченном числе работ [9, с. 11; 10, с. 184; 11, с. 365].

Качество мяса, особенно конины, играет ключевую роль в производственной цепочке, определяя потребительские характеристики и конкурентоспособность продукции. Одним из важнейших факторов, влияющих на параметры, является процесс созревания. В рамках исследований авторов [12, с. 10] был проведён сравнительный анализ органолептических показателей и содержания саркоплазматиче-

ских белков в трёх мышцах лошади: поясничной, полуперепончатой и полусухожильной. Работа охватывала различные временные интервалы созревания – 1, 3, 6, 9 и 14 дней. Результаты показали, что поясничная мышца отличается наименьшими показателями твёрдости и жевательности, что подтверждает её более высокую нежность по сравнению с другими исследованными мышцами. В процессе созревания наблюдалось постепенное снижение твёрдости полусухожильной мышцы, достигающее минимального значения на 14-й день, что указывает на положительное влияние времени выдержки на текстуру мяса. Различия в миофибриллярных, гликолитических и митохондриальных белках, выявленные после 14 дней, открывают перспективы их использования в качестве резервных биомаркеров для посмертных процессов и оценки качества конины. Данные подтверждают необходимость углублённого анализа молекулярных изменений, происходящих в процессе созревания, что способствует совершенствованию технологий обработки и повышению потребительских характеристик. Таким образом, результаты исследований могут быть применены для оптимизации процесса созревания конины и улучшения органолептических свойств.

Современные исследования акцентируют внимание на влияние различных методов хранения мяса на его качество. В частности, в работе [13, с. 11] установлено, что вакуумная выдержка значительно замедляет окисление липидов, способствуя сохранению пищевой ценности мяса. Согласно данным исследований, оптимальная продолжительность этого процесса составляет 6-9 дней после убоя. В указанный период наиболее эффективно формируются органолептические характеристики, что делает данный подход особенно важным для производителей, нацеленных на улучшение качества своей продукции.

В работе [14, с. 10] проведён анализ химического состава и физических свойств мяса ослы, а также его профиля жирных кислот и летучих соединений. Результаты показывают, что высокая температура не оказывает значительного влияния на химический состав и цветовые параметры мяса. Однако было установлено, что потери при варке значительно увеличивались при 8- и 15-дневной выдержке, что может свидетельствовать о формировании текстуры и нежности мяса. Таким образом, данные исследования учитывают метод выбора оптимального режима созревания для достижения лучших качественных показателей мяса. Вакуумная выдержка представляет собой перспективный метод, способствующий сохранению пищевых свойств и стабильным органолептическим характеристикам. Однако необходимо учитывать возможные изменения в составе белков и их влияние на качество продукта.

Исследования [15, с. 58], направленные на анализ воздействия вакуумной температуры на мясопродукты, показали значительные изменения в летучих соединениях, окислительном профиле и сенсорных характеристиках продукта. Вакуумное регулирование продемонстрировало тенденцию замедления охлаждения. Тем не менее в ходе исследований было установлено, что происходит окисление и деградация белков. Такие процессы оказывают влияние на образование летучих соединений, что, в свою очередь, может отразиться на сенсорной оценке качества мяса. Таким образом, результаты показывают, что вакуумная температура является перспективным методом, который может обеспечить стабильное качество мяса. Однако необходимо учитывать возможные изменения в составе белков и их влияние на органолептические характеристики конечного продукта. Подчёркивается необходимость проведения исследований для оптимизации условий вакуумной температуры и повышения качества мяса.

Известно, что в работе [16, с. 164] в ходе оценки изменений нежности конины в процессе посмертного созревания с использованием папаина, бромелайна и грибковой протеазы под воздействием ферментов происходит деградация мышечных волокон, перимизия и эндомизия. В процессе созревания наблюдается увеличение количества фрагментов мышечных волокон, что способствует улучшению нежности и качества пищевых продуктов из конины.

Сенсорные исследования авторов [17, с. 10], изучавших влияние температуры на запах варёного мяса, показали, что длительный период созревания способствует появлению насыщенных и приятных ароматов.

Исследования авторов [18, с. 129] потребительской оценки, посвящённой влиянию выдержки (0, 7, 14 и 21 день) на органолептические характеристики мяса испано-бретонских жеребят при влажной выдержке, показали, что мясо, выдержанное в течение 7 дней, получило более высокие оценки по вкусовой и визуальной приемлемости по сравнению с несозревшим мясом. При этом более длительные периоды выдержки не улучшали потребительскую приемлемость.

Последние исследования [19, с. 272] были направлены на анализ изменений миофибрилярного субпротеома стейков, полученных из длиннейшей грудной и поясничной мышцы испано-бретонских лошадей. Основная цель работы заключалась в увеличении доли нежного мяса для улучшения его потребительских характеристик. В ходе исследования использовались 24 стейка, которые хранились в условиях темноты и вакуумной упаковки при температуре 4°C с выдержкой в течение 0, 7, 14 и 21 дня. По завершении процесса выдержки была проведена экстракция миофибрилярного субпротеома. Метод двухмерной дифференциальной геля - электрофореза позволил выявить 35 белковых пятен, что

свидетельствует об изменении их содержания в зависимости от периода выдержки. Из них 24 пятна были идентифицированы с использованием жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией, что позволило определить 29 конечных соединений, включающих структурные и метаболические компоненты. Для более глубокого анализа были выбраны четыре белка: актин, тропонин Т, а также миозин-связывающие белки 1 и 2. Результаты вестерн-блот-анализа указали на изменения в составе этих белков в зависимости от продолжительности выдержки, подтверждая их значимость в процессе тендеризации мяса. Кроме того, было отмечено увеличение количества фрагментов определённых белков, таких как глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназа, что подчеркивает их роль в четвёртом этапе улучшения нежности конины. Данные акцентируют внимание на необходимость дальнейшего изучения миофибрилярного субпротеома для понимания факторов, влияющих на качество мяса, что открывает перспективы разработки более эффективных технологий обработки и хранения.

Соблюдение условий хранения мяса является основой обработки, оказывающей влияние на его органолептические и текстурные характеристики. Исследования [20, с. 188] выявили, что изменения в содержании белков в процессе созревания конины могут использоваться как индикаторы нежности мяса. В частности, было установлено, что содержание лёгкой цепи миозина I, фрагмента миозин-связывающего белка С, а также тропонинов Т и I и их фрагментов изменяется в зависимости от возраста животного. Наблюдения подтверждают ранее предложенные гипотезы о значении указанных механизмов в формировании нежности конины, обосновывая их актуальность для дальнейшего изучения.

Обобщая полученные данные, можно утверждать, что дальнейшее исследование

биохимических изменений, происходящих в процессе созревания конины, позволит лучше понять механизмы, влияющие на нежность мяса. Такой подход, в свою очередь, способен стимулировать создание инновационных методов повышения качества мясной продукции и её потребительских характеристик.

Пищевая ценность. Мясо лошади, обладающее высокой питательной ценностью, представляет собой важный компонент сбалансированного рациона. В последние годы наблюдается рост интереса к конине как источнику белка, особенно к методам, направленным на повышение её качества и потребительских характеристик. В данном обзоре авторы [21, с. 11] представляют результаты исследования, посвящённого химическому и жирнокислотному составу стейков, выдержанных в течение длительного времени. Особое внимание уделено влиянию вакуумной выдержки (0, 7, 14 и 21 день) на различные параметры качества мяса. Результаты исследования показывают, что содержание полиненасыщенных жирных кислот $n-3$ в мясе лошадей значительно выше, чем в мясе жвачных животных, что подчёркивает его высокую биологическую ценность. В процессе выдержки были зафиксированы значительные изменения визуальных характеристик мяса: на 14-й день цвет стабилизировался, что может свидетельствовать о завершении процесса окисления и улучшении презентации продукта. Улучшение нежности мяса отмечалось в течение первых двух недель выдержки. Исследование на силу сдвига, проведённое по методу Уорнера-Братцлера, показало, что мясо, выдержанное 7 дней, может быть классифицировано как обладающее промежуточной нежностью. На основании полученных данных авторы предполагают, что оптимальная продолжительность выдержки конины составляет от 7 до 14 дней. Результаты работы открывают новые перспективы для производителей

мясной продукции и переработчиков, позволяя создавать более качественные и востребованные продукты.

В последние годы изучение пищевого состава мяса ослов и лошадей привлекло внимание учёных и диетологов благодаря его ценности в рациональном питании человека. В рамках исследования, проведённого авторами [22, с. 12], оценивалось влияние 14-дневной вакуумной выдержки на содержание жирных кислот, аминокислот и холестерина в мясе этих животных. Результаты показывают, что полуперепончатая мышца как у ослов, так и у лошадей характеризуется более стабильными уровнями полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). В то же время в длинной мышце спины лошади выявлено повышенное содержание мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) и насыщенных жирных кислот (НЖК), а также более низкий уровень холестерина по сравнению с мясом ослов. Процесс созревания мяса ослов приводит к изменениям, включающим увеличение содержания МНЖК и снижение уровня ПНЖК к завершению 14-дневного периода выдержки. Кроме того, наибольшее количество незаменимых аминокислот было обнаружено в полуперепончатой мышце у лошадей и в длинной мышце спины у ослов. Таким образом, результаты исследования показывают, что мясо лошадей, обладающее стабильными питательными свойствами, может служить полезной альтернативой традиционному красному мясу.

Полученные данные играют ключевую роль в разработке рационов питания, составлении диетических рекомендаций и направлении дальнейших исследований в области мясной науки.

Качество мяса. Качество мяса является одним из ключевых факторов, влияющих на его потребительскую привлекательность и пищевую ценность. В исследовании, проведённом авторами [23, с. 12],

изучалось влияние различных методов упаковки и времени выдержки на качество 36 образцов длиннейшей мышцы поясницы от 18 быков-буйолов (*Bubalus bubalis*). Образцы мяса упаковывали тремя способами: в модифицированную газовую среду, вакуумную упаковку и кислород проницаемую упаковку на 1-й день, после чего выдерживали в течение 7 дней. В ходе анализа рассматривались такие параметры, как цвет мяса, потери при приготовлении, сила сдвига по методу Уорнера-Братцлера, содержание тиобарбитуровой кислоты и общего летучего азота. Результаты показали, что модифицированная газовая среда обеспечивает наиболее предпочтительные цветовые характеристики (CIE L*, C* и a*). Однако для этой среды были зафиксированы более высокие значения силы сдвига и содержания тиобарбитуровой кислоты. Мясо, выдержанное в течение 7 дней, демонстрировало улучшенные цветовые показатели, более нестабильные потери при приготовлении и более низкие значения силы сдвига по сравнению со свежим мясом. На основании полученных данных сделан вывод, что модифицированная газовая среда способствует сохранению цветовых характеристик, однако вакуумная упаковка и увеличение времени выдержки оказываются наиболее эффективными для снижения силы сдвига.

Процесс старения мяса представляет собой важную стадию его обработки, определяющую текстурные, вкусовые и потребительские свойства. Авторы исследования [24, с. 30] провели сравнение двух подходов к старению филе коров Hanwoo в течение 28 дней: классическое сухое старение и технология сухого старения в мешке для выдержки. Результаты исследования показали незначительные различия в химическом составе, уровне аэробных порч, показателях силы сдвига, содержании инозин-5-монофосфата и аминокислот между изучаемыми методами. Сухое старение в

мешке продемонстрировало сохранение мягкости, вкуса и общей приемлемости благодаря использованию метода стабилизации. Однако старение в мешке сопровождалось более высокой доходностью. Анализ полученных данных позволяет заключить, что старение в мешке представляет собой достойную альтернативу традиционному методу. При этом оно становится предпочтительным стандартом для низко мраморной говядины благодаря высокому выходу товарной продукции.

Срок хранения мяса является важным фактором, определяющим его качество и безопасность. В исследовании [25, с. 37] были определены оптимальные условия хранения говядины Hanwoo 1 сорта, включающей поясницу, стриплойну, вырезку и верхнюю круглую мышцу, при выдержке в течение 0, 7 или 14 дней и заморозке на 0, 3, 6 или 9 месяцев. Результаты исследования показали, что после срока хранения в морозильной камере значения светлоты (CIE L*) существенно снижались. Водоудерживающая способность всех четырёх экспериментальных мышц увеличивалась при заморозке в течение трёх месяцев, однако потери при приготовлении возрастали с увеличением срока заморозки, что свидетельствует о возможных нарушениях качества мяса. Значения силы сдвига, определённые методом Уорнера-Братцлера, снижались в пояснице, стриплойне и верхней круглой мышце с увеличением времени выдержки. Кроме того, содержание летучего основного азота и тиобарбитуровых активных веществ значительно возрастало после девяти месяцев заморозки и четырнадцати дней выдержки. На основании полученных данных рекомендуется, чтобы срок хранения говядины Hanwoo 1 сорта при реализации не превышал девяти месяцев при температуре -18°C, особенно после 14 дней выдержки при 2°C, для сохранения оптимального качества продукта.

Исследование [26, с. 36] было направлено на оценку качества и сенсорных

характеристик двенадцати основных отрубов мяса, взятого от десяти быков породы Hanwoo возрастом 25-32 месяца. Отрубы мяса упаковывали в вакуумную упаковку и выдерживали при температуре 2 °C на протяжении 0, 7, 14 и 21 дня. Анализ показал существенные изменения в содержании белка, коллагена и внутримышечного жира, которые варьировались в зависимости от конкретного отруба. С увеличением времени выдержки было зафиксировано повышение светлоты (CIE L) для таких отрубов, как вырезка, корейка, рулет, верхняя часть выреза и глазок круглой мышцы. В то же время изменения цветовых характеристик (CIE a* и b*) в большинстве отрубов не были статистически значимыми, за исключением вырезки, что указывает на различия в их визуальных свойствах.

Исследования [27, с. 12] различных методов выдержки мяса показали, что условия выдержки оказывают существенное влияние на его качество. При сухом старении наблюдались более значительные потери массы во время процесса старения и повышение содержания малонового диальдегида, в то время как влажное старение характеризовалось большими потерями массы при приготовлении. Примечательно, что такие параметры, как потери каплей и цветовые характеристики, не претерпели статистически значимых изменений между методами выдержки. Оценка текстуры выявила улучшение мягкости продукта, что было зафиксировано на основании показателей силы сдвига и текстурного профиля, независимо от используемого метода выдержки. Микробиологический профиль остался стабильным, что свидетельствует о возможности применения как сухого, так и влажного методов для улучшения качества мяса в зависимости от предпочтений конечных потребителей.

Исследования [28, с. 865], посвящённые влиянию типа животного (быков, коров и молодых бычков) на качество туши,

текстурные свойства и органолептические характеристики говядины Hanwoo, выявили значительные различия, связанные с процессом посмертного выдерживания. Образцы длиннейшей мышцы спины анализировались на третий и двадцать первый день выдерживания. В ходе эксперимента измеряли такие показатели, как pH, цвет, потери при приготовлении, содержание жирных кислот, уровень тиобарбитуровой кислоты, силу сдвига по методу Уорнера-Братцлера и текстурные характеристики. Результаты показали, что мясо коров и молодых бычков отличалось более высокой степенью мраморности, большим выходом, высокими показателями роста и меньшей твёрдостью по сравнению с мясом быков. В то же время мясо быков демонстрировало более низкие потери при приготовлении, повышенную концентрацию тиобарбитуровой кислоты и стабильные показатели силы сдвига, что отразилось на его большей твёрдости и снижении таких характеристик, как нежность, сочность и вкус. Кроме того, мясо быков содержало больше полиненасыщенных и меньше мононенасыщенных жирных кислот. Увеличение времени выдерживания улучшило нежность мяса во всех группах, однако наиболее выраженный эффект наблюдался у мяса быков. Результаты подчёркивают значительное влияние посмертного выдерживания на физико-химические и органолептические свойства говядины Hanwoo, особенно в отношении улучшения нежности мяса быков.

Исследование [29, с. 45] посвящено изучению влияния влажного вызревания на качественные параметры мяса быков-буйволов, с акцентом на длиннейшую мышцу поясницы и среднюю ягодичную мышцу. Анализ проводился на 0-й, 7-й, 14-й, 21-й, 28-й и 35-й день выдерживания, что позволило отследить динамику ключевых показателей: pH, цветовые характеристики, содержание метмиоглобина, потери при

варке, водоудерживающую способность, индекс фрагментации миофибрилл, силу сдвига по методу Уорнера-Братцлера и сенсорные качества. Результаты показали, что значения pH, красноты (a^*), желтизны (b^*), цветности (C^*) и содержания метмиоглобина увеличивались, тогда как светлота (L^*) и угол оттенка (h^*) оставались неизменными. С течением времени наблюдались рост потерь при варке и снижение водоудерживающей способности. Индекс фрагментации миофибрилл возрастал, а сила сдвига уменьшалась, что коррелировало с улучшением сенсорных характеристик. Оптимальные значения цвета, нежности и сенсорных качеств достигались к 28-му дню выдерживания для длиннейшей мышцы поясницы и к 21-му дню для средней ягодичной мышцы, что указывает на необходимость различной длительности выдерживания для улучшения текстурных и сенсорных качеств этих мышц.

Исследования [30, с. 17] влияния методов и сроков созревания на цветовые характеристики конины показали значительные различия. По показателю светлоты (L^*) наблюдались различия между кониной сухого и влажного созревания на всех этапах. Показатель красноты (a^*) постепенно увеличивался в течение процесса созревания. Различия в показателе синевы (b^*) также варьировались в зависимости от сроков выдержки. Общие цветовые изменения (ΔE^*) подтвердили заметное влияние метода созревания на цветовые характеристики конины.

Микробиология / упаковка. В исследовании [31, с. 105] изучалось микробное разнообразие и его влияние на качество мяса при сухом старении, проводимом в контролируемых условиях на протяжении 40–60 дней. В течение первых 50 дней было зафиксировано увеличение общего количества мезофильных микроорганизмов и молочнокислых бактерий, что свидетельствовало об активном развитии микробной

флоры. При этом патогенные микроорганизмы и колиформные бактерии не были обнаружены. Однако присутствие грибов, включая дрожжи и плесени, подтверждало высокое разнообразие микробной экосистемы. Вредные дрожжи и плесени, такие как *Candida spp.*, *Cladosporium spp.* и *Rhodotorula spp.*, выявлялись на начальном этапе старения, но исчезали по мере увеличения срока выдерживания. В то же время наблюдалось увеличение количества грибов *Penicillium camberti* и *Debaryomyces hansenii*, которые традиционно используются в производстве сыра и могут положительно влиять на вкусовые качества мяса. Таким образом, изменения в микробном составе сухой выдержки оказывают значительное влияние на качество и безопасность говядины, а грибы играют ключевую роль в формировании вкусовых характеристик продукта.

В исследовании [32, с. 22] сухая выдержка говядины рассматривается как процесс хранения неупакованных кусков высококачественного мяса в контролируемых условиях в течение 90 дней. Основная цель этого процесса заключается в улучшении вкусовых и текстурных характеристик продукта. В рамках исследования анализировались микробиологические, физико-химические и сенсорные параметры двенадцати образцов говяжьей корейки на разных этапах созревания. Пробы корки и мяса отбирались для анализа на 1-й, 14-й, 21-й, 35-й, 60-й и 90-й дни. Результаты исследования показали, что патогенные бактерии не были выявлены, хотя средний уровень микробного загрязнения оказался выше в корке по сравнению с мясом. Также было зафиксировано незначительное снижение активности воды и увеличение показателя pH с увеличением срока выдержки. Низкий уровень микробного загрязнения и сохранение свежести мяса подчёркивают значимость инновационных подходов к правилам производства и хранения, приме-

няемым на этапе сухой выдержки, что способствует обеспечению безопасности и высокому качеству конечного продукта.

В работе авторов [33, с. 9] изучалось влияние различных методов старения говядины, включая четыре типа влагопроницаемой упаковки, а также влажное и сухое старение, на физико-химические свойства мяса. Установлено, что с увеличением влагопроницаемости упаковки и продолжительности старения (0, 7 и 14 дней) наблюдался рост потерь массы, а также увеличение количества аэробных микроорганизмов, дрожжей и плесени. Одновременно фиксировалось снижение значений силы сдвига, твёрдости, когезионности и жевательной способности. В образцах, подвергнутых сухому старению, было отмечено уменьшение значений яркости (L^*) и желтизны (b^*), а также снижение содержания воды после 7 и 14 дней. Индекс фрагментации миофибрилл оказался выше в образцах сухого старения по сравнению с образцами, упакованными во влагопроницаемую упаковку. Установлено, что процентное содержание связанной и свободной воды снижалось с увеличением влагопроницаемости упаковки. Влагопроницаемая упаковка продемонстрировала эффективность в контроле потерь воды и снижении микробного загрязнения по сравнению с сухим старением. Изменения в индексе фрагментации миофибрилл и распределении воды подчёркивают значительное влияние влагопроницаемой упаковки на структуру миофибрилл и физико-химические свойства мяса.

Исследование [34, с. 11] описывает сухую выдержку мяса как важный процесс, направленный на повышение органолептических характеристик и улучшение вкусовых качеств продукта. В рамках работы была проанализирована кинетика изменений характеристик мышц в зависимости от времени выдержки для оптимизации качества мяса и минимизации потерь массы.

Сенсорные параметры 32 образцов длиннейшей мышцы спины (*Longissimus thoracis*) оценивались на интервалах 7, 16, 35 и 60 дней выдержки. Результаты показали, что содержание сухого вещества увеличивалось с ростом времени выдержки, сопровождаясь умеренным повышением уровня pH. Яркость мяса стабилизировалась к 14-му дню, тогда как показатели красноты (a^*) и желтизны (b^*) продолжали снижаться до 35-го дня. Кроме того, было выявлено изменение содержания железа в процессе выдержки. Прочность сырого мяса уменьшалась до 35-го дня, однако различия в мягкости между образцами нивелировались в процессе приготовления.

В исследовании, проведённом авторами [35, с. 37], изучалось влияние различных методов старения (сухого и влажного) и продолжительности процесса (20-40 дней) на физические, механические и сенсорные характеристики двух мышц: верхней части и голени. Для анализа использовался электронный язык как инструмент исследования вкусовых характеристик. Результаты показали, что ни тип ткани, ни метод старения не оказали значительного влияния на содержание влаги в образцах. Однако сухое старение значительно снижало силу сдвига по сравнению с влажным методом, что указывало на улучшение текстурных свойств мяса. Кроме того, было выявлено, что говядина, подвергнутая сухому старению, содержала меньше жирных кислот, что, вероятно, связано с процессами деградации тканей. Сухое старение голени способствовало увеличению содержания свободных аминокислот по сравнению с верхней частью, что, в свою очередь, может улучшать вкусовые качества. Использование электронного языка подтвердило, что сухое старение усиливает вкусовые характеристики, по сравнению с влажным старением. Более того, сухое старение оказывало более значительное влияние на вкусовые качества голени, чем верхней части.

Таким образом, результаты исследования подчёркивают значимость выбора методов и продолжительности старения для оптимизации текстурных и вкусовых характеристик говядины.

В исследовании, проведённом авторами [36, с. 3250], изучалось влияние быков породы Nellore на генетическое наследие 475 молодых некастрированных самцов, происходящих от 54 быков. Внимание было сосредоточено на таких характеристиках, как масса туши, площадь рёбер, мраморность, цвет, потери влаги, потери при варке и усилие сдвига в течение 0, 7 и 14 дней выдержки. Результаты анализа показали значительное влияние на площадь рёбер, толщину жировой прослойки и мраморность. Было также зафиксировано влияние капельных потерь на 14-й день выдержки, а показатели цвета мяса изменялись на всех временных этапах. Данные подчёркивают важность отбора быков с высокой племенной ценностью, что может существенно улучшить характеристики и общее качество мяса. Таким образом, результаты исследования подчёркивают инновационный потенциал генетического подхода в мясном скотоводстве. Они демонстрируют возможности повышения качества продукции путём применения грамотных селекционных методов.

В ряде исследований [37, с. 12] изучалось влияние методов сухого и влажного вызревания на микробный профиль и физико-химические характеристики бычьей корейки, полученной от двух пород: фризских отбракованных коров и коров породы Сардо-Бруна. В рамках анализа оценивались аэробные мезофильные колонии, *Enterobacteriaceae*, мезофильные молочнокислые бактерии, *Pseudomonas*, а также плесени, дрожжи и такие патогенные микроорганизмы, как *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes* и *Yersinia enterocolitica*. Кроме того, исследовались

показатели pH и активность воды в образцах мяса. Микробный профиль анализировался как с внутренних частей мяса, так и с его поверхности на 1-й, 7-й, 14-й и 21-й день выдерживания, а для коров породы Сардо-Бруна – также на 28-й и 35-й дни. Результаты исследования показали, что влажное вызревание более эффективно контролировало уровень *Pseudomonas spp.*, обеспечивая статистически значимо более низкие значения по сравнению с сухим вызреванием, особенно на более поздних стадиях. На 21-й день количество аэробных колоний и *Pseudomonas* в мясе, подвергнутом сухому вызреванию фризских коров, значительно превышало соответствующие значения в мясе, прошедшем влажное вызревание для обеих пород. В то же время уровень молочнокислых бактерий при влажном вызревании оставался низким.

Другие наблюдения [38, с. 12] показали, что уровень pH мяса после сухого вызревания был значительно выше, тогда как активность воды оставалась стабильной для обоих методов.

Результаты подчёркивают критическую важность соблюдения строгих гигиенических норм на всех этапах мясопереработки, что играет ключевую роль в обеспечении качества и безопасности конечного продукта.

Системы кормления. Исследования [39, с. 99], посвящённые влиянию кормления с добавлением райграса на физические и реологические характеристики мяса быков-буйволов при сухом старении, сосредоточились на изменениях цвета и текстуры, которые играют ключевую роль в органолептических свойствах продукта. В исследовании приняли участие 16 быков, чьи полусухожильные и длинные мышцы подвергались сухому старению в течение 30 и 60 дней соответственно. Результаты показали значительные различия в сохранении цвета мяса на 30-й день старения у

группы животных, получавших корм с добавлением райграса. В то же время у животных, в рационах которых райграс не использовался, изменений в цвете не наблюдалось. Диета с добавлением райграса также обеспечивала стабильные текстурные характеристики на ранней стадии старения (30 дней), включая показатели твёрдости, жевательности и липкости. На поздних этапах старения (до 60 дней) изменения продолжали положительно влиять на качество мяса, способствуя снижению напряжения, хотя для полусухожильных мышц отмечалось избыточное уплотнение, что затрудняло их обработку. Данные результаты подчёркивают значимость обогащения рациона райграсом как эффективный способ улучшения характеристик мяса буйволов. Совмещение такого подхода с правильным выбором сроков сухого старения обеспечивает высокое качество готового продукта, особенно в части улучшения нежности и визуальной привлекательности.

В исследованиях [40, с. 1169], посвящённых влиянию сухой выдержки на мясо бычков породы Hanwoo, был проведён анализ физиологических, питательных и микробиологических изменений, характерных для средней ягодичной и подостной мышц. Установлено, что 28-дневный процесс сухой выдержки привёл к изменениям ключевых параметров, включая содержание белка и способность мяса сохранять структурную целостность. Визуальные и химические отличия между выдержанными и невыдержанными образцами выражались в повышенном уровне pH и более тёмном окрасе подостной мышцы после выдержки. Также были зафиксированы изменения содержания жира и основных цветовых показателей, таких как CIE a*. С точки зрения окислительных процессов, в подостной мышце наблюдались значительно более высокие показатели тиобарбитуровой кислоты, что свидетельствовало об активном

накоплении продуктов окисления липидов, типичных для длительного старения. Процесс сухой выдержки способствовал образованию насыщенных, моновенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, включая олеиновую кислоту (C18:1), которая была более выражена в средней ягодичной мышце. Кроме того, содержание триптофана в средней ягодичной мышце оказалось вдвое выше, что отражалось на вкусовых характеристиках мяса. С микробиологической точки зрения, в подостной мышце зафиксировано увеличение общего числа мезофильных бактерий, однако патогены, такие как *Salmonella spp.*, не были обнаружены, что подтверждает безопасность продукта при соблюдении санитарных норм. Таким образом, результаты исследования показывают, что 28-дневное сухое старение улучшает потребительские характеристики мяса. Средние ягодичные мышцы обладают более высокой окислительной стабильностью и сбалансированным составом по сравнению с подостной мышцей, что делает их предпочтительными с точки зрения качества готового продукта.

Другими авторами [41, с. 89] было проведено исследование, в котором анализировалось воздействие длительной выдержки, продолжающейся до 290 дней, на микробиологические, реологические и физико-химические свойства поясничной мышцы груди. Результаты показали, что длительная выдержка позволяет сохранить продукцию пригодной для транспортировки, одновременно улучшая показатели её качества. Стандартизированные условия сухого старения обеспечивают эффективный контроль переработки липидов, предотвращая нежелательные изменения, которые обычно возникают при длительном хранении. Кроме того, установлено, что этот метод значительно повышает нежность мяса, подчёркивая потенциал долгосрочного старения для достижения более благоприятных текстурных и органо-

лептических свойств. Таким образом, исследование динамики длительного старения при оптимальных условиях демонстрирует возможность значительного улучшения ключевых параметров качества мяса.

Исследования [42, с. 67], направленные на анализ изменений в длинной мышце спины и приводящих мышцах гибридной говядины вагю (смесь японской чёрной породы и голштинско-фризской), показали, что влажное старение до 40 дней в холодильных условиях способствует углублению вкусовых характеристик, которые связаны с насыщенностью вкуса и текстурой мяса. Результаты газовой хроматографии-масс-спектрометрии продемонстрировали значительные изменения метаболических профилей: в поясничной мышце увеличилось количество 94 метаболитов и уменьшилось 24, тогда как в круглой мышце увеличилось 91 метаболит и снизилось 18. Изменения подтверждают, что процесс влажного старения стимулирует метаболическую активность, направленную на улучшение вкусовых характеристик. В частности, отмечено увеличение содержания глутаминовой кислоты, что усиливает вкусовые качества. При этом изменялись уровни креатинина и инозина, способствуя богатству вкуса.

Авторами установлено [43, с. 39], что повышение уровня предельных жирных кислот, в частности линолевой кислоты, оказывает значительное влияние на формирование аромата и текстуры, связанное с изменениями в аминокислотном профиле. Данные подтверждают, что влажное созревание является эффективным методом улучшения органолептических характеристик говядины за счёт концентрации микроэлементов и жирных кислот, оказывающих синергетическое воздействие на качество конечного продукта. Исследование продемонстрировало влияние методов производства (традиционного или органиче-

ского), уровня потребления травы и периода выдержки на характеристики говядины. Установлено, что увеличение потребления травы снижает окисление жиров и повышает содержание $n-3$ и насыщенных жирных кислот, что благоприятно для здоровья. Однако это также приводит к увеличению начальной силы сдвига по Уорнеру-Братцлеру и остаточной жёсткости при жевании, что указывает на изменения текстуры мяса. Органические образцы говядины показали более высокое содержание внутримышечного жира и сниженное содержание влаги и мононенасыщенных жирных кислот, что влияет на тёмный цвет мяса и сниженные вкусовые качества. В группе, питавшейся фуражом, органические образцы выделялись высоким содержанием $n-3$ жирных кислот и конъюгированной линолевой кислоты, а также выраженным цветом, плотностью, запахом и вкусом. Увеличение периода выдержки до 14 дней значительно улучшило органолептические характеристики мяса, особенно в группе с кормлением фуражом, придавая продукту оптимальные физико-химические, питательные и сенсорные свойства. Результаты подчёркивают потенциал органического и фуражного кормления для повышения качества мяса при контролируемом процессе выдержки.

В исследованиях [44, с. 98], направленных на изучение уровня оксигенации миоглобина перед заморозкой и влияния продолжительности хранения на цвет замороженной говядины, использовались стейки из корейки, подвергавшиеся различным условиям. Условия варьировались в зависимости от уровня оксигенации миоглобина (дезоксигенированные, оксигенированные и сильно оксигенированные), времени выдержки (4 или 20 дней) перед заморозкой, а также фасовки в проницаемую для кислорода или непроницаемую плёнку и последующего хранения при темпера-

туре -5°C до 6 месяцев. Результаты исследования подтвердили, что оксигенация миоглобина играет ключевую роль в сохранении цвета мяса. Стейки с высокой оксигенацией демонстрировали более высокие значения параметра CIE a*, указывающего на интенсивно красный цвет, по сравнению с дезоксигенированными и оксигенированными образцами. Более того, сильно оксигенированные стейки, выдержанные в течение 4 дней, сохраняли насыщенный цвет на протяжении всего срока хранения, что подчёркивает преимущества такого подхода для повышения визуальной привлекательности мяса. Однако длительная выдержка, особенно 20-дневная, и замораживание приводили к изменению цвета и усилению окисления липидов, что требует оптимизации условий хранения для минимизации негативных последствий. Стейки с высокой оксигенацией, подвергаемые длительному хранению, демонстрировали обесцвечивание и повышенные уровни окислительных изменений, что может негативно сказаться на органолептических характеристиках мяса.

Результаты подчёркивают необходимость строгого контроля условий хранения

и технологий производства для сохранения качественных характеристик и визуальной привлекательности мяса.

Заключение. Анализ современных исследований, посвящённых методам старения мяса, демонстрирует значительное влияние различных факторов на его качество. Метод старения, система кормления и продолжительность выдержки оказывают существенное воздействие на физико-химические и сенсорные характеристики продукта. Сухое и влажное старение, каждое из которых имеет свои уникальные преимущества и недостатки, влияют на содержание питательных веществ, вкус и текстуру. Использование органических кормов дополнительно обогащает мясо ненасыщенными жирными кислотами, что усиливает его пищевую ценность.

Выводы подчёркивают необходимость дальнейших исследований в данной области, а также важность внедрения полученных знаний в практику мясной промышленности. Устойчивое развитие данной отрасли требует оптимизации производственных процессов, что, в итоге, способствует повышению качества и безопасности мяса, удовлетворяя растущие запросы потребителей.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мухамедов Т.А., Сакен А.К. Анализ развития коневодства и динамики производства конины в Республике Казахстан // АПК России. 2023. Т. 30, № 2. С. 284-289. DOI: 10.55934/2587-8824-2022-30-2-284-289
2. Aging mechanism for improving the tenderness and taste characteristics of meat / S-T. Joo [et al.] // J AnimSci Technol. 2023. Vol. 65(6). P. 1151-1168. DOI: 10.5187/jast.2023.e110
3. Кудряшов Л.С. Автолиз мяса. Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/c/avtoliz-miasa-3fcbf4/?v=8779308>. дата обращения 09.06.2024
4. Dry aging of beef; Review / D. Dashdorj [et al.] // J AnimSci Technol. 2016. Vol. 58. P. 20. DOI: 10.1186/s40781-016-0101-9

5. Microbiological safety of aged meat / K. Koutsoumanis [et al.] // EFSA J. 2023. Vol. 21(1). DOI: 10.2903/j.efsa.2023.7745
6. Dry aging of beef; Review / D. Dashdorj [et al.] // AnimSci Technol. 2016. Vol. 58. P. 20. DOI: 10.1186/s40781-016-0101-9
7. Reduction of the microbial load in meat maturation rooms with and without alkaline electrolyzed water fumigation / F. Savini [et al.] // Ital J Food Safety. 2023. Vol. 12(3). DOI: 10.4081/ijfs.2023.11109
8. Способ сухого созревания конины и приготовление стейка на его основе: патент 9698 Республика Казахстан / Мухамедов Т.А., Мухамедов А.А., Мухамедов А.А., Мухамедова С.М.; № 2024/0913.2; заявл. 22.07.2024; опубл. 18.10.2024, Бюл. № 42.
9. Мухамедов Т.А. Влияние тепловой обработки на органолептические показатели конины сухого и влажного созревания // Доктрины, школы и концепции устойчивого развития науки в современных условиях: сборник статей. Уфа: Аэтерна, 2024. С. 11-15.
10. Proteomic analysis to understand the relationship between the sarcoplasmic protein patterns and meat organoleptic characteristics in different horse muscles during aging / A. della Malva [et al.] // Meat Science. 2022. Vol. 184. Article 108686. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108686
11. Способ влажного созревания конины: патент 9780 Республика Казахстан / Мухамедов Т.А., Мухамедов А.А., Мухамедов А.А., Мухамедова С.М.; № 2024/0932.2, заявл. 30.07.2024; опубл. 15.11.2024, Бюл. № 46.
12. Volatile Organic Compounds, Oxidative and Sensory Patterns of Vacuum Aged Foal Meat / A. Tateo [et al.] // Animals. 2020. Vol. 10. DOI: 10.3390/ani10091495
13. Effects of Ageing on Donkey Meat Chemical Composition, Fatty Acid Profile and Volatile Compounds / P. Polidori [et al.] // Foods. 2022. Vol. 11. DOI: 10.3390/foods11060821
14. How Volatile Compounds, Oxidative Profile and Sensory Evaluation Can Change with Vacuum Aging in Donkey Meat / A. Maggiolino [et al.] // Animals. 2020. Vol. 10. DOI: 10.3390/ani10112126
15. Effect of three different proteases on horsemeat tenderness during postmortem aging / Y. Cheng [et al.] // J Food Sci Technol. 2021. Vol. 58(7). P. 2528-2537. DOI: 10.1007/s13197-020-04759-x
16. Effect of muscle type and vacuum chiller aging period on the chemical compositions, meat quality, sensory attributes and volatile compounds of Korean native cattle beef / H-V. Ba [et al.] // Anim Sci J. 2014. Vol. 85(2). P. 164-173. DOI: 10.1111/asj.12100
17. Volatile Organic Compounds, Oxidative and Sensory Patterns of Vacuum Aged Foal Meat / A. Tateo [et al.] // Animals. 2020. Vol. 10(9). Article 1495. DOI: 10.3390/ani10091495
18. Effect of ageing time on consumer preference and sensory description of foal meat / L-R. Beldarrain [et al.] // Food Research International. 2020. Vol. 129. Article 108871. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108871
19. Application of 2-D DIGE to study the effect of ageing on horse meat myofibrillar sub-proteome / L - R. Beldarrain [et al.] // Journal of proteomics. 2023. Vol. 272. Article 104770. DOI: 10.1016/j.jprot.2022.104770
20. Sentandreu Horse meat tenderization in relation to post-mortem evolution of the myofibrillar sub-proteome / L-R. Beldarrain [et al.] // Meat Science. 2022. V. 188. Article 108804. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.108804

21. Muscle and Subcutaneous Fatty Acid Composition and the Evaluation of Ageing Time on Meat Quality Parameters of Hispano-Bretón Horse Breed / L-R. Beldarrain [et al.] // *Animals*. 2021. Vol. 11. Article 1421. DOI: 10.3390/ani11051421
22. Nutritional Profile of Donkey and Horse Meat: Effect of Muscle and Aging Time / R. Marino [et al.] // *Animals: an open access journal from MDPI*. 2022. Vol. 12(6). Article 746. DOI: 10.3390/ani12060746
23. Effect of Packaging Type and Aging on the Meat Quality Characteristics of Water Buffalo Bulls / M-H. Jaspal [et al.] // *Animals: an open access journal from MDPI*. 2022. Vol. 12(2). Article 130. DOI: 10.3390/ani12020130
24. Analysis of low-marbled Hanwoo cow meat aged with different dry-aging methods / H-J. Lee [et al.] // *Asian-Australas J Anim Sci*. 2017. Vol. 30 (12). P. 1733-1738. DOI: 10.5713/ajas.17.0318
25. Effect of Aging and Freezing Conditions on Meat Quality and Storage Stability of 1++ Grade Hanwoo Steer Beef: Implications for Shelf Life / S. Cho [et al.] // *Korean journal for food science of animal resources*. 2017. Vol. 37(3). P. 440-448. DOI: 10.5851/kosfa.2017.37.3.440
26. Effect of Aging Time on Physicochemical Meat Quality and Sensory Property of Hanwoo Bull Beef / S. Cho [et al.] // *Korean J Food Sci Anim Resour*. 2016. Vol. 36(1). P. 68-76. DOI: 10.5851/kosfa.2016.36.1.68
27. Effects of the Aging Period and Method on the Physicochemical, Microbiological and Rheological Characteristics of Two Cuts of Charolais Beef / M. Di Paolo [et al.] // *Foods*. 2023. Vol. 12(3). Article 531. DOI: 10.3390/foods12030531
28. Song Z., Hwang I. Differences in toughness and aging potential of longissimus lumborum muscles between Hanwoo cow, bull and steer // *J AnimSci Technol*. 2023. Vol. 65(4). P. 865-877. DOI: 10.5187/jast.2022.e128
29. Effect of Wet Aging on Color Stability, Tenderness, and Sensory Attributes of Longissimus lumborum and Gluteus medius Muscles from Water Buffalo Bulls / M-H. Jaspal [et al.] // *Animals*. 2021. Vol. 11(8). Article 2248. DOI: 10.3390/ani11082248
30. The effect of dry and wet maturation of horse meat on color / Tikhonov S.L. [et al.] // *Scientific support for innovative development of animal husbandry and biotechnologies, materials of the International Scientific and Practical Conference "From modernization to accelerated development: ensuring competitiveness and scientific leadership of the agro-industrial complex" (IDSISA2024)* / Yekaterinburg, BIO web conference series: March 14-15, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410801010>
31. Diversity and Characteristics of the Meat Microbiological Community on Dry Aged Beef / S. Ryu [et al.] // *Journal of microbiology and biotechnology*. 2018. Vol. 28(1). P. 105-108. DOI: 10.4014/jmb.1708.08065
32. Microbial, Physicochemical Profile and Sensory Perception of Dry-Aged Beef Quality: A Preliminary Portuguese Contribution to the Validation of the Dry Aging Process / A. Ribeiro [et al.] // *Foods*. 2023. Vol. 12(24). Article 4514. DOI: 10.20944/preprints202311.0442.v1.
33. Effects of Different Moisture-Permeable Packaging on the Quality of Aging Beef Compared with Wet Aging and Dry Aging / Y. Shi [et al.] // *Foods*. 2020. – v. 9(5). Article 649. DOI: 10.3390/foods9050649
34. Evolution of Sensory Properties of Beef during Long Dry Ageing / E-O. Marie-Pierre [et al.] // *Foods*. 2022. Vol. 11(18). Article 2822. DOI: 10.3390/foods11182822

35. Effect of Aging Process and Time on Physicochemical and Sensory Evaluation of Raw Beef Top Round and Shank Muscles Using an Electronic Tongue / J-H. Kim [et al.] // Korean J Food Sci Anim Resour. 2017. Vol. 37(6). P. 823-832. DOI: 10.5851/kosfa.2017.37.6.823
36. Sire effects on carcass and meat quality traits of young Nellore bulls / M-N. Bonin [et al.] // Genetics and molecular research: GMR. 2014. Vol. 13(2). P. 3250-3264. DOI: 10.4238/2014.29.3 апреля
37. Preliminary data on the microbial profile of dry and wet aged bovine meat obtained from different breeds in Sardinia / M.P. Meloni [et al.] // Italian journal of food safety. 2023. Vol. 12(2). Article 11060. DOI: 10.4081/ijfs.2023.11060
38. Мухамедов Т.А. Химический и минеральный состав конины сухого и влажного созревания // Инновации в науке: вызовы и перспективы будущего: сборник статей. Саратов: Цифровая наука, 2024. С. 12-18.
39. Effects of Feeding and Maturation System on Qualitative Characteristics of Buffalo Meat (*Bubalus bubalis*) / R. Marrone [et al.] // Animals: an open access journal from MDPI. 2020. Vol. 10(5). Article 899. DOI: 10.3390/ani10050899
40. Physicochemical attributes, oxidative stability, and microbial profile of boneless sirloin and bone-in T-bone steaks from Hanwoo steer with reference to dry-aging / M. Ali [et al.] // Journal of animal science and technology. 2021. Vol. 63(5). P. 1169-1181. DOI: 10.5187/jast.2021.e95
41. Microbiological, rheological and physical-chemical characteristics of bovine meat subjected to a prolonged ageing period / G. Smaldone [et al.] // Italian journal of food safety. 2019. Vol. 8(3). Article 8100. DOI: 10.4081/ijfs.2019.8100
42. New Implications of Metabolites and Free Fatty Acids in Quality Control of Crossbred Wagyu Beef during Wet Aging Cold Storage / S. Ueda [et al.] // Metabolites. 2024. Vol. 14(2). Article 95. DOI: 10.3390/metabo14020095
43. The Effect of Grazing Level and Ageing Time on the Physicochemical and Sensory Characteristics of Beef Meat in Organic and Conventional Production / I. Revilla [et al.] // Animals: an open access journal from MDPI. 2021. Vol. 11(3). Article 635. DOI: 10.3390/ani11030635
44. Impact of myoglobin oxygenation level on color stability of frozen beef steaks / M-L. Henriott [et al.] // Journal of animal science. 2020. Vol. 98(7). Article 193. DOI: 10.1093/jas/skaa193

REFERENCES

1. Mukhamedov T.A., Saken A.K. Analysis of the development of horse breeding and the dynamics of horse meat production in the Republic of Kazakhstan // AIC of Russia. 2023. Vol. 30, No. 2. P. 284-289. DOI: 10.55934/2587-8824-2022-30-2-284-289 [In Russ.]
2. Aging mechanism for improving the tenderness and taste characteristics of meat / S-T. Joo [et al.] // J AnimSci Technol. 2023. Vol. 65(6). P. 1151-1168. DOI: 10.5187/jast.2023.e110
3. Kudryashov L.S. Autolysis of meat. Great Russian Encyclopedia: scientific and educational portal [Electronic resource]. URL: <https://bigenc.ru/c/avtoliz-miasa-3fcbf4/?v=8779308>. accessed 09.06.2024 [In Russ.]
4. Dry aging of beef; Review / D. Dashdorj [et al.] // J AnimSci Technol. 2016. Vol. 58. P. 20. DOI: 10.1186/s40781-016-0101-9
5. Microbiological safety of aged meat / K. Koutsoumanis [et al.] // EFSA J. 2023. Vol. 21(1). DOI: 10.2903/j.efsa.2023.7745

6. Dry aging of beef; Review / D. Dashdorj [et al.] // *AnimSci Technol*. 2016. Vol. 58. P. 20. DOI: 10.1186/s40781-016-0101-9
7. Reduction of the microbial load in meat maturation rooms with and without alkaline electrolyzed water fumigation / F. Savini [et al.] // *Ital J Food Safety*. 2023. Vol. 12(3). DOI: 10.4081/ijfs.2023.11109
8. Method of dry maturation of horse meat and preparation of steak based on it: patent 9698 Republic of Kazakhstan / Mukhamedov T.A., Mukhamedov A.A., Mukhamedova A.A., Mukhamedova S.M.; No. 2024/0913.2; declared. 22.07.2024; publ. 18.10.2024, Bulletin No. 42. [In Russ.]
9. Mukhamedov T.A. Effect of heat treatment on organoleptic indicators of dry- and wet-aged horse meat // *Doctrines, schools and concepts of sustainable development of science in modern conditions: collection of articles*. Ufa: Aeterna, 2024. P. 11-15. [In Russ.]
10. Proteomic analysis to understand the relationship between the sarcoplasmic protein patterns and meat organoleptic characteristics in different horse muscles during aging / A. della Malva [et al.] // *Meat Science*. 2022. Vol. 184. Article 108686. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108686
11. Method of wet maturation of horse meat: patent 9780 the Republic of Kazakhstan / Mukhamedov T.A., Mukhamedov A.A., Mukhamedov A.A., Mukhamedova S.M.; No. 2024/0932.2, declared 30.07.2024; published 15.11.2024, Bulletin No. 46. [In Russ.]
12. Volatile Organic Compounds, Oxidative and Sensory Patterns of Vacuum Aged Foal Meat / A. Tateo [et al.] // *Animals*. 2020. Vol. 10. DOI: 10.3390/ani10091495
13. Effects of Aging on Donkey Meat Chemical Composition, Fatty Acid Profile and Volatile Compounds / P. Polidori [et al.] // *Foods*. 2022. Vol. 11. DOI: 10.3390/foods11060821
14. How Volatile Compounds, Oxidative Profile and Sensory Evaluation Can Change with Vacuum Aging in Donkey Meat / A. Maggiolino [et al.] // *Animals*. 2020. Vol. 10. DOI: 10.3390/ani10112126
15. Effect of three different proteases on horsemeat tenderness during postmortem aging / Y. Cheng [et al.] // *J Food Sci Technol*. 2021. Vol. 58(7). P. 2528-2537. DOI: 10.1007/s13197-020-04759-x
16. Effect of muscle type and vacuum chiller aging period on the chemical compositions, meat quality, sensory attributes and volatile compounds of Korean native cattle beef / H-V. Ba [et al.] // *Anim Sci J*. 2014. Vol. 85(2). P. 164-173. DOI: 10.1111/asj.12100
17. Volatile Organic Compounds, Oxidative and Sensory Patterns of Vacuum Aged Foal Meat / A. Tateo [et al.] // *Animals*. 2020. Vol. 10(9). Article 1495. DOI: 10.3390/ani10091495
18. Effect of aging time on consumer preference and sensory description of foal meat / L-R. Beldarrain [et al.] // *Food Research International*. 2020. Vol. 129. Article 108871. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108871
19. Application of 2-D DIGE to study the effect of aging on horse meat myofibrillar sub-proteome / L - R. Beldarrain [et al.] // *Journal of proteomics*. 2023. Vol. 272. Article 104770. DOI: 10.1016/j.jprot.2022.104770
20. Sentandreu Horse meat tenderization in relation to post-mortem evolution of the myofibrillar sub-proteome / L-R. Beldarrain [et al.] // *Meat Science*. 2022. V. 188. Article 108804. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.108804
21. Muscle and Subcutaneous Fatty Acid Composition and the Evaluation of Aging Time on Meat Quality Parameters of Hispano-Bretón Horse Breed / L-R. Beldarrain [et al.] // *Animals*. 2021. Vol. 11. Article 1421. DOI: 10.3390/ani11051421

22. Nutritional Profile of Donkey and Horse Meat: Effect of Muscle and Aging Time / R. Marino [et al.] // *Animals: an open access journal from MDPI*. 2022. Vol. 12(6). Article 746. DOI: 10.3390/ani12060746
23. Effect of Packaging Type and Aging on the Meat Quality Characteristics of Water Buffalo Bulls / M-H. Jaspal [et al.] // *Animals: an open access journal from MDPI*. 2022. Vol. 12(2). Article 130. DOI: 10.3390/ani12020130
24. Analysis of low-marbled Hanwoo cow meat aged with different dry-aging methods / H-J. Lee [et al.] // *Asian-Australas J Anim Sci*. 2017. Vol. 30 (12). P. 1733-1738. DOI: 10.5713/ajas.17.0318
25. Effect of Aging and Freezing Conditions on Meat Quality and Storage Stability of 1++ Grade Hanwoo Steer Beef: Implications for Shelf Life / S. Cho [et al.] // *Korean journal for food science of animal resources*. 2017. Vol. 37(3). P. 440-448. DOI: 10.5851/kosfa.2017.37.3.440
26. Effect of Aging Time on Physicochemical Meat Quality and Sensory Property of Hanwoo Bull Beef / S. Cho [et al.] // *Korean J Food Sci Anim Resour*. 2016. Vol. 36(1). P. 68-76. DOI: 10.5851/kosfa.2016.36.1.68
27. Effects of the Aging Period and Method on the Physicochemical, Microbiological and Rheological Characteristics of Two Cuts of Charolais Beef / M. Di Paolo [et al.] // *Foods*. 2023. Vol. 12(3). Article 531. DOI: 10.3390/foods12030531
28. Song Z., Hwang I. Differences in toughness and aging potential of longissimus lumborum muscles between Hanwoo cow, bull and steer // *J AnimSci Technol*. 2023. Vol. 65(4). P. 865-877. DOI: 10.5187/jast.2022.e128
29. Effect of Wet Aging on Color Stability, Tenderness, and Sensory Attributes of Longissimus lumborum and Gluteus medius Muscles from Water Buffalo Bulls / M-H. Jaspal [et al.] // *Animals*. 2021. Vol. 11(8). Article 2248. DOI: 10.3390/ani11082248
30. The effect of dry and wet maturation of horse meat on color / Tikhonov S.L. [et al.] // Scientific support for innovative development of animal husbandry and biotechnologies, materials of the International Scientific and Practical Conference "From modernization to accelerated development: ensuring competitiveness and scientific leadership of the agro-industrial complex" (IDSISA2024) / Yekaterinburg, BIO web conference series: March 14-15, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410801010>
31. Diversity and Characteristics of the Meat Microbiological Community on Dry Aged Beef / S. Ryu [et al.] // *Journal of microbiology and biotechnology*. 2018. Vol. 28(1). P. 105-108. DOI: 10.4014/jmb.1708.08065
32. Microbial, Physicochemical Profile and Sensory Perception of Dry-Aged Beef Quality: A Preliminary Portuguese Contribution to the Validation of the Dry Aging Process / A. Ribeiro [et al.] // *Foods*. 2023. Vol. 12(24). Article 4514. DOI: 10.20944/preprints202311.0442.v1.
33. Effects of Different Moisture-Permeable Packaging on the Quality of Aging Beef Compared with Wet Aging and Dry Aging / Y. Shi [et al.] // *Foods*. 2020. – v. 9(5). Article 649. DOI: 10.3390/foods9050649
34. Evolution of Sensory Properties of Beef during Long Dry Ageing / E-O. Marie-Pierre [et al.] // *Foods*. 2022. Vol. 11(18). Article 2822. DOI: 10.3390/foods11182822
35. Effect of Aging Process and Time on Physicochemical and Sensory Evaluation of Raw Beef Top Round and Shank Muscles Using an Electronic Tongue / J-H. Kim [et al.] // *Korean J Food Sci Anim Resour*. 2017. Vol. 37(6). P. 823-832. DOI: 10.5851/kosfa.2017.37.6.823

36. Sire effects on carcass and meat quality traits of young Nellore bulls / M-N. Bonin [et al.] // *Genetics and molecular research: GMR*. 2014. Vol. 13(2). P. 3250–3264. DOI: 10.4238/2014.29.3 April
37. Preliminary data on the microbial profile of dry and wet aged bovine meat obtained from different breeds in Sardinia / M.P. Meloni [et al.] // *Italian journal of food safety*. 2023. Vol. 12(2). Article 11060. DOI: 10.4081/ijfs.2023.11060
38. Mukhamedov T.A. Chemical and mineral composition of dry- and wet-aged horse meat // *Innovations in Science: Challenges and Prospects of the Future: Collection of Articles*. Saratov: Digital Science, 2024. P. 12-18. [In Russ.]
39. Effects of Feeding and Maturation System on Qualitative Characteristics of Buffalo Meat (*Bubalus bubalis*) / R. Marrone [et al.] // *Animals: an open access journal from MDPI*. 2020. Vol. 10(5). Article 899. DOI: 10.3390/ani10050899
40. Physicochemical attributes, oxidative stability, and microbial profile of boneless sirloin and bone-in T-bone steaks from Hanwoo steer with reference to dry-aging / M. Ali [et al.] // *Journal of animal science and technology*. 2021. Vol. 63(5). P. 1169-1181. DOI: 10.5187/jast.2021.e95
41. Microbiological, rheological and physical-chemical characteristics of bovine meat subject to a prolonged aging period / G. Smaldone [et al.] // *Italian journal of food safety*. 2019. Vol. 8(3). Article 8100. DOI: 10.4081/ijfs.2019.8100
42. New Implications of Metabolites and Free Fatty Acids in Quality Control of Crossbred Wagyu Beef during Wet Aging Cold Storage / S. Ueda [et al.] // *Metabolites*. 2024. Vol. 14(2). Article 95. DOI: 10.3390/metabo14020095
43. The Effect of Grazing Level and Aging Time on the Physicochemical and Sensory Characteristics of Beef Meat in Organic and Conventional Production / I. Revilla [et al.] // *Animals: an open access journal from MDPI*. 2021. Vol. 11(3). Article 635. DOI: 10.3390/ani11030635
44. Impact of myoglobin oxygenation level on color stability of frozen beef steaks / M-L. Henriott [et al.] // *Journal of animal science*. 2020. Vol. 98(7). Article 193. DOI: 10.1093/jas/skaa193

Информация об авторах / Information about the authors

Мухамедов Талгат Амангалиевич, старший преподаватель кафедры продовольственной безопасности и биотехнологий, Некоммерческое акционерное общество «Костанайский региональный университет имени Ахмета Байтурсынулы»; 110000, Республика Казахстан, г. Костанай, ул. Байтурсынова 47, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8441-6691>, e-mail: cheltob@mail.ru

Мухамедова Сауле Мараловна, главный специалист учебного отдела, Филиала акционерного общества «Национальный центр повышения квалификации «Өрлеу» Институт профессионального развития по Костанайской области»; 110000, Республика Казахстан, г. Костанай, ул. Пролетарская 86, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9492-3898>, e-mail: sau8484@mail.ru

Talgat A. Mukhamedov, Senior Lecturer, Department of Food Security and Biotechnology, Kostanay Regional University named after Akhmet Baitursynuly; 110000, the Republic of Kazakhstan, Kostanay, 47 Baitursynov St., ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8441-6691>, e-mail: cheltob@mail.ru

Saule M. Mukhamedova, Chief Specialist of the Educational Department, Branch of the Joint-Stock Company “National Center for Advanced Studies “Orleu” Institute of Professional Development in the Kostanay Region”; 110000, the Republic of Kazakhstan, Kostanay, 86 Proletarskaya St., ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9492-3898>, e-mail: sau8484@mail.ru

Заявленный вклад соавторов

Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант

Claimed contributions of co-authors

All authors of the research were directly involved in the planning, execution, and analysis of the research. All authors of the article have read and approved the final version submitted

Поступила в редакцию 25.11.2024

Поступила после рецензирования 10.01.2025

Принята к публикации 20.03.2025

Received 25.11.2024

Revised 10.01.2025

Accepted 20.03.2025