



Обзорная статья/Review article

УДК 637.5.032

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-185-201

Талгат Амангалиевич Мухамедов^{1✉}, Сергей Леонидович Тихонов²,
Наталья Валерьевна Тихонова³

¹Костанайский региональный университет им. Ахмета Байтурсынова, Костанай, Казахстан

²Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

^{2,3}Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

¹talgat.mukhamedov.81@mail.ru

²tihonov75@bk.ru

³tihonov75@bk.ru

КОНИНА КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ СОЗРЕВАНИЯ

*Цель исследований – обобщение и систематизация научных данных о конине как мясном сырье с высоким потенциалом для разработки эффективной технологии созревания, направленной на улучшение органолептических и технологических характеристик продукции. Анализ охватывает публикации за 2013–2025 гг., отобранные из международных и региональных наукометрических баз данных. В выбор включены оригинальные экспериментальные работы и патенты, содержащие количественные данные по биохимическим, физико-химическим и сенсорным показателям. Основное внимание уделено мышце *longissimus dorsi*, а также другим анатомическим мышечным группам, участвующим в оценке текстурных, биохимических и сенсорных характеристик конины, полученной от лошадей мясного направления. Сравнивались два способа созревания: сухое (при температуре 0–2 °С и относительной влажности 75–80 %) и влажное (в вакуумной упаковке при 1–4 °С). Продолжительность варьировалась от 3 до 28 сут. Влажное созревание в течение 7–14 сут обеспечивало снижение усилия сдвига Warner – Bratzler на 18–25 %, увеличение водоудерживающей способности – на 6–9 % и сохранение массы при тепловой обработке – до 92,5 %. Сухое созревание усиливало вкус и текстуру, но сопровождалось потерями массы до 38–42 %. Протеомные исследования выявили фрагментацию тропонина I и легких цепей миозина как маркеры тендеризации. Сенсорные оценки подтвердили предпочтение образцов, созревших 9–14 сут. Выбор способа и срока созревания оказывает значительное влияние на потребительские и технологические свойства конины. Влажное созревание предпочтительно для массового производства, сухое – для премиального сегмента. Полученные данные могут быть использованы при разработке технологий хранения и переработки конины с заданными свойствами.*

Ключевые слова: конина, мясное сырье, технология созревания, постубойное хранение, органолептические свойства мясного сырья, физико-химические показатели мясного сырья, температурный режим созревания мясного сырья, текстурные характеристики мясной продукции

Для цитирования: Мухамедов Т.А., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В. Конина как перспективное сырье для разработки технологии созревания // Вестник КрасГАУ. 2026. № 3. С. 185–201. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-185-201.

Talgat Amangalievich Mukhamedov^{1✉}, Sergey Leonidovich Tikhonov²,
Natalya Valeryevna Tikhonova³

¹Akhmet Baitursynov Kostanay Regional University, Kostanay, Kazakhstan

²Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

^{2,3}Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

¹talgat.mukhamedov.81@mail.ru

²tikhonov75@bk.ru

³tikhonov75@bk.ru

HORSEMEAT AS A PROMISING RAW MATERIAL FOR AGING TECHNOLOGY DEVELOPMENT

The objective of research is to summarize and systematize scientific data on horse meat as a meat raw material with high potential for the development of an effective aging technology aimed at improving the organoleptic and technological characteristics of products. The analysis covers publications from 2013–2025, selected from international and regional scientometric databases. The selection includes original experimental works and patents containing quantitative data on biochemical, physicochemical, and sensory parameters. The main focus is on the longissimus dorsi muscle, as well as other anatomical muscle groups involved in the assessment of the textural, biochemical, and sensory characteristics of horse meat obtained from beef horses. Two aging methods were compared: dry (at a temperature of 0–2 °C and a relative humidity of 75–80 %) and wet (in vacuum packaging at 1–4 °C). The duration varied from 3 to 28 days. Wet aging for 7–14 days resulted in a reduction in Warner-Bratzler shear strength by 18–25 %, an increase in water-holding capacity by 6–9 %, and weight retention during heat treatment of up to 92.5 %. Dry aging enhanced flavor and texture but was accompanied by weight loss of up to 38–42 %. Proteomic studies revealed fragmentation of troponin I and myosin light chains as markers of tenderization. Sensory evaluations confirmed a preference for samples aged for 9–14 days. The choice of aging method and duration significantly influences the consumer and technological properties of horse meat. Wet aging is preferable for mass production, while dry aging is preferred for the premium segment. The data obtained can be used in the development of storage and processing technologies for horse meat with desired properties.

Keywords: horse meat, meat raw materials, aging technology, post-slaughter storage, organoleptic properties of meat raw materials, physicochemical properties of meat raw materials, temperature conditions for meat raw materials aging, textural characteristics of meat products

For citation: Mukhamedov TA, Tikhonov SL, Tikhonova NV. Horsemeat as a promising raw material for aging technology development. *Bulletin of KSAU*. 2026;(3):185-201. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-185-201.

Введение. Конина занимает важное место в структуре мясного питания ряда стран Евразийского региона, в частности Казахстана, Монголии, Кыргызстана и отдельных субъектов Российской Федерации [1–5].

В традиционной культуре и рационе народов Центральной Азии она рассматривается не только как источник питательных веществ, но и как продукт с высокой социальной и этнокультурной значимостью. Повышенный интерес к конине в последние десятилетия связан с изменением потребительских предпочтений, ориентированных на здоровое питание, снижением потребления высококалорийных продуктов и ростом спроса на мясо с низким содержанием жира и холестерина [6, 7].

С точки зрения пищевой ценности конина отличается высоким содержанием белка, оптимальным аминокислотным составом, присутствием витаминов группы В, микро- и макроэлементов, включая железо, цинк и магний. Низкое содержание липидов в сравнении с другими видами красного мяса, а также хорошая усвояемость белковых структур делают данный вид сырья привлекательным для разработки диетической и функциональной продукции [8].

Преимущества конины находят подтверждение в многочисленных исследованиях, посвященных ее химическому составу и биологической ценности. Однако органолептические характеристики мяса во многом зависят от осо-

бенностей постморемных процессов и выбранных технологий переработки [9–12].

Посмертное созревание мяса представляет собой сложный комплекс биохимических и микробиологических изменений, происходящих в мышечных тканях после убоя животного.

В результате ферментативных реакций формируются вкус, аромат, текстура и сочность, определяющие потребительские свойства продукции. Для конины данный процесс имеет особое значение, так как ее мышечные волокна отличаются высокой плотностью, что требует оптимизации режимов созревания и технологий переработки [13].

В мировой научной литературе обсуждаются различные подходы к обеспечению стабильного качества конины. Среди них – традиционное сухое созревание, влажное созревание в вакуумной упаковке, комбинированные способы с применением контролируемой атмосферы, ультрафиолетового излучения, ферментных препаратов. Зарубежные исследования демонстрируют, что условия созревания оказывают прямое влияние на степень протеолиза, интенсивность окислительных процессов, накопление летучих ароматических соединений и развитие специфического вкуса [14, 15].

Однако большинство данных касается говядины и баранины, тогда как информация по конине носит фрагментарный характер [16–21].

Отечественная научная база в области изучения технологии созревания конины все еще ограничена. Несмотря на значимость данного вида мясного сырья для Казахстана и ряда российских регионов, комплексные исследования, направленные на изучение влияния различных способов созревания на химический состав, функционально-технологические свойства и микробиологическую безопасность конины, остаются единичными [22–24].

Отсутствие систематизированных обзоров и аналитических работ затрудняет формирование целостного представления о потенциале конины как сырья для производства продуктов нового поколения [25].

Практическая значимость изучения процессов созревания конины определяется задачами повышения конкурентоспособности отечественной мясной промышленности, расширения ассортимента продуктов с высокой добавленной стоимостью, а также разработки технологий, ориентированных на экспорт [26, 27].

Учитывая устойчивый интерес потребителей к мясу, обладающему выраженными диетическими свойствами [28], исследование закономерностей созревания конины может способствовать созданию научно обоснованных подходов к ее переработке и хранению.

В условиях глобализации продовольственного рынка особое внимание уделяется международным стандартам качества и безопасности. Современные требования к продукции животного происхождения включают контроль микробиологической чистоты, отсутствие токсичных и опасных соединений, соответствие органолептическим критериям [29].

В этом контексте конина, обладающая специфическими свойствами, может занять нишу функционального и диетического питания при условии разработки оптимальных способов созревания [30].

Таким образом, актуальность темы обусловлена как научной, так и практической значимостью систематизации данных о процессах созревания конины и их влиянии на формирование качества мясного сырья.

Цель исследования – обобщение и систематизация научных данных о конине как мясном сырье с высоким потенциалом для разработки эффективной технологии созревания, направленной на улучшение органолептических и технологических характеристик продукции.

Задачи: сравнительный анализ сухого и влажного созревания конины; оценка изменений ее липидного и аминокислотного состава; изучение протеомных сдвигов и летучих ароматических соединений; определение органолептических свойств и технологических потерь; расчет экономической эффективности различных режимов созревания, а также формулирование рекомендаций по оптимизации условий хранения и переработки для премиального и функционального мясного сегмента.

Материалы и методы. Для проведения систематического анализа использовались наукометрические библиографические базы данных: eLIBRARY, Scopus, Web of Science, КиберЛенинка, а также поисковая система Google Scholar. Глубина поиска составила 12 лет – с 2013 по 2025 г., что обеспечило охват актуальных и репрезентативных научных публикаций, отражающих современные подходы к технологии созревания мяса.

В выбор включены оригинальные экспериментальные исследования, обзорные статьи и патенты, посвященные вопросам технологии созревания мяса с акцентом на конину. Отбор источников осуществлялся по следующим критериям: наличие количественных данных, описание условий хранения и обработки, наличие сравнительного анализа с другими видами мяса, а также фокус на биохимических, физико-химических и технологических аспектах.

Поисковые запросы формировались по ключевым словам: «конина», «созревание мяса», «текстурные свойства», «ферментативная активность», «температурный режим», «функциональные мясные продукты». Приоритет отдавался публикациям, содержащим данные по мышце *longissimus dorsi*, а также другим анатомическим частям, участвующим в оценке текстуры, аромата, потерь массы и пищевой ценности.

Анализ источников проводился с целью выявления закономерностей, влияющих на качество продукции, эффективности технологий созревания и перспектив применения конины в сегменте функциональных и премиальных мясных продуктов.

Результаты и их обсуждение. *Жирнокислотный состав и химический профиль конины.* Изучение изменений липидного профиля конины в процессе сухого и влажного созревания представляет собой актуальное направление, связанное с повышением ее пищевой и органолептической ценности. В работе [31] проведена сравнительная оценка жирнокислотного состава мяса после 14- и 21-суточного созревания по двум технологиям – сухой и влажной. Анализ выполнен методом газовой хроматографии с применением прибора «Кристалл Люкс 4000М», обеспечивающего высокую точность идентификации компонентов.

Установлено, что влажное созревание в течение 14 сут способствует максимальному увеличению содержания основных групп жирных кислот – насыщенных (НЖК), мононенасыщенных (МНЖК) и полиненасыщенных (ПНЖК) – по сравнению с контрольным образцом и другими режимами созревания. Наиболее выраженные изменения зафиксированы в образце В,14, обозначающем конину, подвергнутую влажному созреванию продолжительностью 14 сут. В данном варианте наблюдается наибольшее накопление НЖК, МНЖК и ПНЖК, что свидетельст-

вует о высокой биохимической активности процесса и положительном влиянии на липидный профиль.

Образцы С,21 (сухое созревание, 21 сут) и В,21 (влажное созревание, 21 сут) демонстрируют разнонаправленные колебания содержания жирных кислот относительно контрольного уровня (К,1), не подвергавшегося созреванию. Вероятной причиной таких изменений является начало процессов окисления и распада липидов при увеличении продолжительности хранения.

Полученные данные раскрывают ранее не описанные особенности влияния способа и продолжительности созревания на жирнокислотный состав конины. Влажное созревание продолжительностью 14 сут может рассматриваться как оптимальный технологический прием, способствующий улучшению вкусовых качеств, биологической ценности и стабильности мясной продукции.

В исследовании [32] рассмотрено влияние вакуумного созревания на химический состав, липидный профиль и технологические характеристики конины, полученной от 15-месячных лошадей испано-бретонской породы, выращенных в полуэкстенсивных условиях. Для оценки использовались стейки из длиннейшей мышцы грудной клетки и поясничной мышцы, отобранные на исходном этапе (день 0) и после 7-, 14- и 21-суточного созревания. Эксперимент организован по полностью рандомизированному блочному дизайну, где продолжительность созревания рассматривалась как фактор деления.

Жирнокислотный состав определялся с учетом содержания n-3 ПНЖК, которое оказалось выше, чем у мяса жвачных животных, но ограниченным вследствие высокозерновой диеты, применяемой при откорме. Среднее содержание жира в поясничной части составило 3,31 %. В ходе созревания наблюдалось влияние на ключевые параметры качества: pH, цвет, текстура и потери при варке. На 14-е сут цвет мяса начал приобретать коричневатый оттенок, сопровождающийся снижением красноты при сохранении уровня желтизны. Мягкость мяса улучшалась в течение первых двух недель, а по шкале Уорнера – Братцлера образцы, созревшие в течение 7 сут, классифицировались как «мягкие средней мягкости».

На основании полученных данных рекомендуется использовать период вакуумного созревания от 7 до 14 сут как оптимальный для дос-

тижения сбалансированных органолептических и технологических характеристик конины.

Органолептические характеристики конины, такие как текстура, вкус и технологическая стабильность, во многом определяются особенностями постморемальных биохимических процессов, ключевыми из которых являются превращения гликогена и молочной кислоты. Гликоген, являясь основным энергетическим субстратом мышечной ткани, накапливается в мышцах лошади до момента убоя. После прекращения кровообращения и поступления кислорода запускается анаэробный гликолиз, в ходе которого гликоген расщепляется с образованием молочной кислоты.

Уровень гликогена в мышцах лошади, как правило, выше, чем у других видов животных, что обусловлено высокой физической активностью и метаболической спецификой вида. Повышенное содержание гликогена способствует интенсивному образованию молочной кислоты, снижающей pH мяса, ускоряющей процессы созревания и улучшающей его текстурные свойства. При отсутствии своевременного технологического вмешательства чрезмерное накопление молочной кислоты может привести к снижению водоудерживающей способности и повышенной жесткости продукта.

В исследовании [33] определено содержание гликогена и молочной кислоты в конине, подвергнутой сухому и влажному созреванию в течение 14 и 21 сут. Полученные результаты позволили оценить влияние способа и продолжительности созревания на биохимические параметры мяса, а также выявить оптимальные условия для достижения баланса между нежностью, вкусовыми характеристиками и технологической стабильностью продукции.

Протеомика и биохимические изменения при созревании. Повышение нежности мяса после убоя связано с комплексом биохимических процессов, происходящих в мышечной ткани. В условиях растущей популярности конины отсутствие стандартизированных способов созревания требует углубленного изучения посмертной мышечной биохимии.

В исследовании [34] изучались изменения миофибриллярного субпротеома в стейках из длиннейшей мышцы грудной и поясничной части (*Longissimus thoracis et lumborum*, LTL) восьми испано-бретонских лошадей, подвергнутых созреванию продолжительностью 0, 7, 14 и

21 сут. Для анализа белкового состава применялся одномерный гель-электрофорез (1-DE), в результате которого выявлено десять белковых полос, достоверно изменяющихся в течение периода созревания ($p \leq 0,05$). Наибольшие изменения наблюдались между 0 и 14 сут, что указывает на активную фазу тендеризации в первые две недели после убоя. Для более детального разрешения субпротеома использовалась технология жидкостного изоэлектрического фокусирования (OFFGEL), позволившая идентифицировать четырнадцать белковых полос, включая фрагменты тропонинов T и I, а также креатинкиназы – потенциальные биомаркеры степени нежности конины.

В исследовании [35] применялась технология двумерной дифференциальной гель-электрофорезной маркировки (2-D DIGE), позволившая выявить 35 белковых пятен с достоверными количественными изменениями. Из них 24 пятна были проанализированы методом жидкостной хроматографии с tandemной масс-спектрометрией (ЖХ-МС/МС), что позволило идентифицировать 29 белков, преимущественно структурных и метаболических. Актин, тропонин T, миозин-связывающие белки 1 и 2 дополнительно исследованы методом вестерн-блоттинга, подтвердившим динамику их содержания. Нарастание количества белковых фрагментов, включая производные глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназы, наблюдалось в течение всего периода. Присутствие фрагментов в четырех белковых пятнах позволяет рассматривать их как перспективные маркеры тендеризации, пригодные для мониторинга биохимических процессов в конине.

В рамках исследования [36] проведена оценка влияния посмертного созревания на развитие нежности и протеолиз миофибриллярных белков в трех различных мышцах лошади: длиннейшей мышце поясницы (*longissimus lumborum*, LL), полуперепончатой (*semimembranosus*, SM) и полусухожильной (*semitendinosus*, ST). Согласно результатам измерений, сила сдвига по шкале Уорнера – Братцлера снижалась во всех мышцах по мере увеличения продолжительности созревания, при этом наименьшие значения зафиксированы в LL. Индекс фрагментации миофибрилл демонстрировал значительное увеличение в LL и SM, тогда как в ST выраженный рост показателя отмечался преимущественно после 14 сут созревания. Протеомный

анализ показал, что в ST на раннем этапе преобладали интактные белки с высокой молекулярной массой, а к 14-м сут наблюдалось накопление производных тропонина T и изоформ миозина MLC2 и MLC1. Различия в интенсивности протеолиза между мышцами указывают на мышечно-специфическую динамику биохимических процессов, важную для прогнозирования текстурных свойств конины.

В исследовании [37] анализировались изменения органолептических показателей и саркоплазматического белкового профиля тех же трех мышц. Образцы подвергались вакуумному созреванию при температуре 4 °C в течение 1, 3, 6, 9 и 14 сут. Наименьшие значения твердости и разжевываемости зафиксированы в LL, что свидетельствует о ее высокой степени тендеризации. В ST наблюдалось постепенное снижение твердости, достигающее минимального уровня на 14-е сут. Метод двумерного гель-электрофореза (2DE) выявил уменьшение интенсивности 15 белковых пятен, отражающее протеолитические процессы. На 14-е сут в LL отмечено увеличение пятен тропомиозина, а в ST – повышение содержания супероксиддисмутазы, фосфоглюкомутаза-1 и двух изоформ миоглобина. Применение анализа главных компонент позволило классифицировать мышцы по трем биохимическим кластерам. Выявленные миофибриллярные, гликолитические и митохондриальные белки рассматриваются как перспективные биомаркеры, пригодные для мониторинга послеубойных процессов и оценки качества конины.

В исследовании [38] оценивалось влияние трех типов протеаз – папаина, бромелайна и грибковой протеазы – на текстурные характеристики и белковый состав конины. Обработка полусухожильной мышцы различными концентрациями ферментов при 4 °C показала, что низкие дозы способствуют улучшению водоудерживающей способности. Повышение дозы приводило к увеличению MFI и снижению усилия сдвига ($p < 0,05$). Выявлены пептиды, соответствующие легким цепям миозина, а также разрушение десмина и тропонина I. Деструкция волокон, перимизия и эндомизия способствовала формированию мягкой текстуры. Ферментативная обработка признана эффективной для повышения нежности и вкусовых характеристик.

В исследовании [39] сравнивались методы подвешивания туш – tenderstretch (TS) и подвешивание за ахиллово сухожилие (AT). Мышцы LD и ST из 25 туш подвергались анализу после 7 сут созревания. LD демонстрировала более высокую нежность и меньшие потери при варке, ST – более светлый цвет и большую длину саркомеров. Метод TS увеличивал длину саркомеров, но не оказывал значимого влияния на pH, водоудерживающую способность и нежность. Установлено, что для достижения оптимальных характеристик требуется комплексный подход, включающий выбор режима подвешивания, продолжительности созревания и дополнительных методов обработки.

Летучие соединения, окисление и антиоксидантные свойства. Современные исследования демонстрируют значительное влияние вакуумного созревания на формирование летучих органических соединений (VOC), окислительное состояние и органолептические свойства мяса жеребят. В работе [40] изучалось воздействие вакуумного созревания продолжительностью до 14 сут на профиль VOC, показатели окисления, активность антиоксидантных ферментов и сенсорные характеристики мяса. В качестве объекта анализа использовалась длиннейшая мышца грудной части (*longissimus thoracis*), нарезанная ломтиками толщиной 20 мм, упакованная в вакуум и хранившаяся при температуре 4 °C. Образцы были случайным образом распределены по срокам созревания: 1, 6, 9 и 14 сут после убоя. Статистическая обработка данных проводилась методом вложенного однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA), где срок созревания выступал в роли независимой переменной ($p < 0,05$).

Комплексный анализ показал, что в приготовленных стейках основную долю VOC составляли альдегиды (47,18–58,81 %), за которыми следовали углеводороды (9,32–31,99 %). Показатели веществ, реактивных с тиобарбитуровой кислотой (TBAR), и гидропероксидов не демонстрировали достоверной динамики ($p > 0,05$), тогда как уровень карбонильных белков возрастал к 14-м сут ($p < 0,01$), отражая прогрессирующее белковое окисление. Активность антиоксидантных ферментов – супероксиддисмутазы, каталазы и глутатионпероксидазы – возрастала в течение срока созревания ($p < 0,01$), что свидетельствует о компенсаторной реакции на окислительный стресс. Сенсорная оценка показала, что оптимальные вкусовые и текстурные характеристики мяса достигаются в интервале 6–

9 сут после убоя, что позволяет рекомендовать данный период как оптимальный для получения сбалансированного вкуса и текстуры конины.

В исследовании [41] изучался профиль VOC в приготовленной конине испано-бретонской породы, подвергнутой вакуумному созреванию продолжительностью 0, 7, 14 и 21 сут. Вырезка анализировалась методом твердофазной микроэкстракции в сочетании с газовой хроматографией-масс-спектрометрией. Идентифицировано 77 летучих соединений, среди которых преобладали альдегиды, образующиеся преимущественно в результате деградации липидов. Вклад продуктов реакции Майяра оказался незначительным. Для оценки влияния отдельных соединений на аромат мяса были рассчитаны коэффициенты воздействия запаха, показавшие, что альдегиды вносят основной вклад в аромат приготовленной конины. Созревание оказало влияние на 15 летучих компонентов, среди которых гексадеканаль, а также 2- и 3-метилбутаналь демонстрировали достоверное увеличение концентрации, что предполагает их участие в формировании характерного запаха мяса. Существенные изменения в профиле VOC наблюдались преимущественно после 14 сут созревания, что указывает на необходимость более длительного периода хранения для развития выраженных ароматических характеристик.

Таким образом, вакуумное созревание оказывает комплексное влияние на биохимические и сенсорные параметры конины. Оно замедляет липидное окисление, способствует накоплению ароматических значимых альдегидов и активирует антиоксидантную защиту, при этом белковое окисление сохраняется. Оптимизация срока хранения позволяет достичь баланса между зрелостью аромата и сохранением текстурных свойств, что имеет практическое значение для мясоперерабатывающей промышленности и гастрономической оценки конины.

Органолептические и сенсорные характеристики. Вакуумное созревание конины представляет собой перспективный технологический прием, способствующий улучшению органолептических характеристик и стабильности качества продукции. В исследовании [42] оценивалось влияние продолжительности влажного вакуумного созревания (0, 7, 14 и 21 сут) на сенсорные свойства мяса жеребят испано-бретонской породы. Объектом анализа выступали стейки из длиннейшей мышцы грудной и поясничной час-

ти (*longissimus thoracis et lumborum*), хранившиеся при температуре 4 °С. Сенсорная оценка проводилась по гедонистической шкале с участием 120 потребителей в Витории-Гастейс (Северная Испания) с применением метода «отметьте все, что применимо» (САТА), позволившего дифференцировать образцы по текстурным и визуальным признакам.

Наивысшие баллы по вкусовой и визуальной приемлемости получило мясо, созревшее в течение 7 сут. Увеличение срока хранения до 14 и 21 сут не приводило к дальнейшему улучшению потребительской оценки. По результатам САТА-анализа, несозревшее мясо ассоциировалось с терминами «сухое», «жесткое», «жевательное», тогда как мясо после 7 сут – с характеристиками «сочное», «нежное», «легко растворяющееся». Визуально потребители отмечали изменение цвета мяса на «коричневатый» после 14 сут хранения, что снижало его привлекательность. Таким образом, 7-суточный срок вакуумного созревания может быть рекомендован как оптимальный для обеспечения сбалансированных сенсорных характеристик, соответствующих ожиданиям потребителей.

В исследовании [43] изучались органолептические свойства конины после тепловой обработки (варки), в зависимости от способа (сухое и влажное) и продолжительности созревания (14 и 21 сут). Образцы мяса, упакованные в вакуум, подвергались созреванию по двум технологиям, после чего проводилась комплексная органолептическая оценка: вкус, аромат, текстура и общее восприятие. Установлено, что оба способа созревания обеспечивают стабильные сенсорные характеристики, пригодные для промышленного производства. Независимо от варианта обработки, продукция сохраняла приемлемые вкусовые и текстурные свойства, что подтверждает технологическую надежность выбранных режимов.

Рост интереса потребителей к мясной продукции с особыми характеристиками – экологически чистой, органической, с улучшенными диетическими свойствами – стимулирует внедрение инновационных подходов к переработке и хранению. В исследовании [44] была проведена сравнительная оценка качества конины, подвергнутой сухому и влажному вакуумному созреванию продолжительностью 14 и 21 сут. Анализ включал органолептические, физико-химические и технологические параметры, от-

ражающие пригодность мяса к промышленной переработке и соответствие ожиданиям потребителей. Полученные результаты подтвердили стабильность качества продукции при обоих способах созревания, независимо от срока. Продукция продемонстрировала приемлемые вкусовые и текстурные характеристики, что позволяет рассматривать 14 и 21 сут сухого и влажного созревания как эффективные технологические режимы, пригодные для коммерческого производства и позиционирования на рынке премиальной мясной продукции.

Физико-химические и технологические параметры. Посмертное созревание мяса является важным этапом, определяющим его органолептические, физико-химические и визуальные свойства. В исследовании [45] изучалось влияние способа (сухое и влажное) и продолжительности (14 и 21 сут) созревания на качество конины. В качестве объекта анализа использовалась длиннейшая мышца (*Longissimus dorsi*) из спинно-поясничного отруба, предварительно очищенная от жировой и соединительной ткани. Каждая мышца нарезалась на четыре образца средней массой 3,4 кг и случайным образом распределялась по срокам и способам созревания.

Сухое созревание проводилось в специализированном шкафу «dry-aging» Samaref (SAMAREFDE 700 RFPVBK, Италия), обеспечивающем стабильные параметры температуры, влажности и воздушной циркуляции. Влажное созревание осуществлялось в вакуумной упаковке из полиамида с полиэтиленом (PA/PE, толщина 120 мкм) с использованием упаковочного аппарата Turbovac ST-320 (Нидерланды). В рамках работы проведена комплексная оценка качества образцов по ряду показателей: органолептическим, физико-химическим, микробиологическим, а также по параметрам химического и минерального состава.

Полученные результаты позволили выявить особенности формирования текстурных и вкусовых характеристик конины в зависимости от способа и продолжительности созревания, а также оценить ее технологическую пригодность и соответствие требованиям пищевой безопасности.

Цвет конины является важным показателем ее качества и воспринимаемой свежести, зависящим от множества факторов, включая условия хранения, возраст и породу животного, а также технологию обработки. Несмотря на рас-

туший интерес к способам созревания мяса, сравнительные исследования влияния сухого и влажного созревания на цветовые параметры конины до настоящего времени остаются ограниченными.

В исследовании [46] изучалось влияние способов сухого и влажного созревания на цвет бескостного спинного отруба конины. Образцы мяса были отобраны через 24 ч после убоя и хранились при температуре $(2 \pm 5) ^\circ\text{C}$ в темном помещении. Всего было сформировано восемь образцов: два контрольных (1 сут), три – с сухим созреванием (14, 21 и 28 сут) и три – с влажным созреванием в вакуумной упаковке (28 сут) при температуре $(2 \pm 1) ^\circ\text{C}$ и относительной влажности не выше 90 %.

Измерения цветовых параметров проводились с использованием колориметра Minolta CR-400 (Осака, Япония) по шкале CIE Lab, с осветителем D65 и углом наблюдения 2° . Полученные данные показали, что способ созревания оказывает значительное влияние на цвет конины: светлота (L) варьировала от 1,785 до 10,754 единиц; краснота (a) – от 11,626 до 15,1253 единиц; желтизна/синева (b^*) — от 8,6054 до 13,3676 единиц; общее цветовое различие (ΔE) достигало 26,64 единиц, что свидетельствует о визуально заметных изменениях.

Наиболее выраженные изменения цвета наблюдались при сухом созревании, что может оказывать влияние на потребительское восприятие и товарный вид продукции. Таким образом, способ созревания следует учитывать как важный технологический фактор, влияющий на визуальные характеристики конины, особенно при разработке продуктов премиального сегмента, ориентированных на стабильность качества и эстетическую привлекательность.

Тепловая обработка мяса, включая запекание, тушение, жарку и варку, сопровождается рядом физико-химических изменений, среди которых ключевым параметром является потеря массы. При варке потери веса обычно составляют 20–30 % от исходной массы и зависят от вида мяса, температуры, продолжительности обработки и предварительной технологии хранения. В исследовании [47] проведена сравнительная оценка технологических потерь конины, подвергнутой сухому и влажному созреванию продолжительностью 14 и 21 сут, с последующей тепловой обработкой способом варки. Объектом анализа выступала конина, прошед-

шая предварительное вакуумное или сухое хранение, с контролем потерь массы после варки.

Установлено, что потери массы при варке конины влажного созревания превышают потери конины сухого созревания. Средняя разница в потерях между 14- и 21-суточным созреванием составила 18,04 и 21,96 % соответственно. При увеличении срока сухого созревания до 21 сут наблюдалось снижение потерь массы, что может быть связано с изменением структуры мышечной ткани и улучшением водоудерживающей способности. Полученные результаты подтверждают, что способ и продолжительность созревания оказывают значительное влияние на технологические потери при варке и должны учитываться при разработке режимов термической обработки конины.

Эффективность технологии созревания мяса определяется условиями производства, продолжительностью процесса и исходным качеством сырья. В исследовании [48] проведена сравнительная оценка производственной эффективности конины, подвергнутой сухому и влажному созреванию продолжительностью 14 и 21 сут. В качестве объекта анализа использовалась длинная мышца (*Longissimus dorsi*) конины. Установлено, что суммарные потери массы при сухом созревании составили 35,09 % (14 сут) и 41,39 % (21 сут), тогда как при влажном созревании — 20,87 и 24,24 % соответственно. Себестоимость производства продукции из *Longissimus dorsi* при обоих способах и сроках составила 5100 тенге. Расчет рентабельности показал, что технология влажного созревания является более выгодной для предприятия: коэффициенты рентабельности составили 1,8 (14 сут) и 1,6 (21 сут).

Однако органолептические характеристики конины после влажного созревания оказались менее выраженными по сравнению с сухим способом, что может ограничивать ее применение в сегменте премиальной продукции. Таким образом, технология влажного созревания конины продолжительностью 14 и 21 сут обеспечивает более низкие производственные потери и высокую экономическую эффективность, но требует дополнительной адаптации рецептур и условий обработки для улучшения вкусовых свойств и соответствия требованиям высококачественного мясного сегмента.

Технология и патенты. Созревание мяса, также известное как выдержка или старение,

представляет собой технологический процесс, направленный на улучшение органолептических характеристик продукции – прежде всего нежности и вкуса. В производственных условиях созревание осуществляется путем хранения мяса в контролируемой среде, способствующей ферментативным и биохимическим изменениям, повышающим потребительскую привлекательность продукта. Нежность возрастает с увеличением продолжительности хранения, при этом ключевыми факторами выступают температура, срок созревания и морфологические особенности мышечных волокон, включая содержание соединительной ткани. Индивидуальный подход к выбору сроков созревания необходим для различных анатомических частей туши.

Существует два основных способа созревания – сухой и влажный. Сухое созревание проводится в специализированных камерах при контролируемой температуре, влажности и циркуляции воздуха, влажное – в вакуумной упаковке, позволяющей минимизировать потери массы. Согласно данным [49], оптимальные сроки хранения составляют: для сухого созревания – 14–21 сут, для влажного – 7–10 сут. В качестве объекта анализа использовалась длинная мышца (*Longissimus dorsi*) конины, наиболее чувствительная к изменениям текстуры и вкуса. Оценка включала органолептические, физико-химические и технологические параметры, позволяющие определить оптимальные условия созревания для обеспечения стабильного качества продукции.

В работе [50] представлен способ получения стейка из конины, подвергнутой сухому созреванию, с использованием бескостной части мяса в виде цельного куска. В качестве сырья применялась длинная мышца, выделенная из спинно-поясничного отруба, массой 6,8 кг. Мясо размещалось в камере сухого созревания на перфорированных решетках или подвешивалось на крюках. Процесс проводился в течение 21 сут при температуре ($2,5 \pm 1$) °С, относительной влажности 60–75 % и скорости воздушного потока 0,5–2,5 м/с, с перемещением мяса между уровнями решеток один раз в 7 дней. По завершении созревания с поверхности удалялась плотная корка толщиной до 2 см, после чего полуфабрикат нарезался на стейки толщиной 25 мм и массой 180–250 г. Перед тепловой обработкой каждый стейк смазывался растительным маслом, слегка натирался морской со-

лю и обжаривался на раскаленной сковороде по 1–1,5 мин с каждой стороны, повторяя цикл трижды, с последующей прожаркой по 3 мин на слабом огне. Предложенная технология обеспечивает формирование выраженного вкуса и аромата, характерных для мяса сухого созревания, а также стабильную текстуру и товарный вид готового продукта.

В работе [51] описан способ влажного созревания конины, направленный на улучшение текстурных и вкусовых характеристик при сохранении массы и товарного вида. В качестве сырья использовалась цельная мышца (*Longissimus dorsi*), предварительно нарезанная на порционные образцы толщиной 25 мм и массой 180–250 г. Каждый образец упаковывался в вакуумный пакет и размещался на решетках в камере созревания. Процесс проводился при температуре $(2 \pm 1) ^\circ\text{C}$ в течение 21 суток. Вакуумная упаковка ограничивала потери влаги, снижала микробиологические риски и обеспечивала стабильность органолептических свойств. Технология гарантирует равномерное созревание мяса, пригодность к последующей тепловой обработке и стабильность качества продукции, что делает ее эффективной для промышленного применения.

В работе [52] представлен способ сухого созревания с применением полупроницаемой мембранной упаковки, позволяющий сочетать преимущества традиционного метода с контролем потерь массы. В качестве сырья использовалась цельная мышца конины (*Longissimus dorsi*) массой 6,8 кг, упакованная в мембранный пакет и размещенная на решетках холодильной камеры. Процесс проводился при температуре $0–2 ^\circ\text{C}$, относительной влажности не более 90 %, скорости движения воздуха 2,5–3 м/с и продолжительности 21–28 сут. Мембранная упаковка частично ограничивала испарение влаги, сохраняя условия, способствующие ферментативному размягчению тканей и формированию характерного аромата. Способ обеспечивает стабильность качества, снижение микробиологических рисков и пригодность продукции к порционной нарезке и последующей тепловой обработке.

Выбор технологии созревания конины – сухой, влажной или комбинированной – должен основываться на целевых параметрах качества, экономической эффективности и требованиях к товарному виду продукции, особенно в контек-

сте позиционирования на рынке премиальной мясной продукции.

Сравнительные исследования с другими видами мяса. Пищевой состав мяса является важным критерием его диетической ценности и пригодности для рационального питания. В исследовании [53] оценено влияние 14-суточного вакуумного созревания на химический профиль мяса ослов и конины. В качестве объектов анализа использовались мышцы *longissimus dorsi* (LD), *semimembranosus* (SM), *rectus femoris* (RF) и *semitendinosus* (ST), выделенные из левых половин туш 12 ослов и 12 лошадей. Каждая мышца была разделена на три части, вакуумно упакована и хранилась при температуре $2 ^\circ\text{C}$ в течение 1, 6 и 14 сут.

Оценка включала определение содержания жирных кислот, аминокислот и холестерина. Установлено, что мышца SM характеризовалась более высоким уровнем полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) как у ослов, так и у лошадей. Мышца LD демонстрировала более высокое содержание насыщенных (НЖК) и мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК), а также более низкий уровень холестерина у лошадей на всех сроках хранения. Эффект созревания был выражен преимущественно в мясе ослов, где к 14-м сут наблюдалось увеличение содержания НЖК и снижение ПНЖК, что может свидетельствовать о специфической динамике липидного метаболизма в зависимости от вида животного.

Наибольшее содержание незаменимых аминокислот выявлено в мышцах средней и средней длины у лошадей и ослов соответственно, что подчеркивает анатомическую дифференциацию пищевой ценности. Полученные результаты подтверждают, что конина обладает сбалансированным нутриентным профилем и может рассматриваться как здоровая альтернатива традиционно потребляемому красному мясу. Для сохранения высокого уровня ПНЖК в мясе ослов рекомендуется использовать альтернативные способы созревания, отличные от вакуумного, с учетом специфики липидного состава и желаемых диетических характеристик.

Заключение. Созревание конины является ключевым этапом, формирующим ее органолептические, биохимические и технологические характеристики. Проведенный анализ современных научных данных показал, что как сухое, так и влажное созревание обладают потенциа-

лом для повышения качества продукции, однако различаются по выраженности сенсорных свойств, уровню технологических потерь и экономической целесообразности. Сухое созревание обеспечивает более насыщенный аромат и текстуру, но сопровождается значительными потерями массы, в то время как влажное созревание при сроке 7–14 сут демонстрирует оптимальное соотношение стабильности, вкусовых характеристик и рентабельности.

Биохимические и протеомные исследования подтвердили наличие маркеров, позволяющих прогнозировать степень тендеризации и ароматический профиль мяса. Сенсорные оценки и анализ летучих соединений показали, что наилучшие потребительские свойства достигаются при контролируемом вакуумном хранении в течение первой и второй недели. Установлено, что параметры созревания существенно влияют на

цвет, текстуру, водоудерживающую способность и потери при термической обработке, что необходимо учитывать при разработке продуктов премиального и функционального сегментов.

Таким образом, систематизация научных данных позволяет обосновать выбор оптимальных режимов хранения и переработки конины, способствующих повышению ее конкурентоспособности и соответствию международным стандартам качества. Практическая значимость работы заключается в возможности адаптации технологий созревания конины для промышленного применения с учетом экономических и сенсорных критериев. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка комбинированных режимов созревания, изучение породных и возрастных факторов, а также расширение ассортимента функциональных мясных продуктов на основе конины.

Список источников

1. Pânzaru C., Doliş M. G., Radu-Rusu R.-M., et al. Equine milk and meat: Nutritious and sustainable alternatives for global food security and environmental sustainability – A review // *Agriculture*. 2024. Vol. 14, N 12. P. 2290. DOI: 10.3390/agriculture14122290.
2. Bermukhametov Z., Mukhametzhanova S., Tleubergenova A., et al. Equine Sarcocystosis in the Northern Region of the Republic of Kazakhstan // *Animals*. 2024. Vol. 14, N 16. P. 2299. DOI: 10.3390/ani14162299.
3. Li L., Wang J., Guo X., et al. Multidimensional Assessment of Meat Quality across Anatomical Regions of Kazakh Horses: An Integrative Evaluation of Meat Quality Traits, Amino Acid Profiles, and Fatty Acid Composition // *Frontiers in Animal Science*. 2025. Vol. 6. Art: 1565902. DOI: 10.3389/fanim.2025.1565902.
4. Delgermaa D., Enkhjargal T., Baasanjav A., et al. Assessment of Mongolian Dietary Intake for Planetary and Public-Health-Relevant Food Systems Metrics // *Nutrients*. 2023. Vol. 15, N 9. P. 2049. DOI: 10.3390/nu15092049.
5. Balji Y., Tóth Á., Farkas Z. Perspectives and Safety of Horsemeat Consumption // *International Journal of Food Science & Technology*. 2020. Vol. 55, N 9. P. 2867–2875. DOI: 10.1111/ijfs.14509.
6. Belaunzaran X., Bessa R.J., Lavín P., et al. Horse-meat for human consumption – Current research and future opportunities // *Meat Science*. 2015. Vol. 108. P. 74–81. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.05.006.
7. Trombetta M.F., Nocelli F., Pasquini M. Meat quality and intramuscular fatty acid composition of Catria Horse // *Animal Science Journal*. 2017. Vol. 88, N 8. P. 1107–1112. DOI: 10.1111/asj.12737.
8. Petrov K.A., Makhutova O.N., Gladyshev M.I. Fatty Acid Composition of Yakut Horse Tissues // *Doklady. Biochemistry and Biophysics*. 2020. Vol. 492, N 1. P. 105–107. DOI: 10.1134/S1607672920030047.
9. Lorenzo J.M., Munekata P.E.S., Campagnol P.C.B., et al. Technological aspects of horse meat products – A review // *Food Research International (Ottawa, Ont.)*. 2017. Vol. 102. P. 176–183. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.09.094.
10. Lorenzo J.M., Sarriés M.V., Tateo A., et al. Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: a review // *Meat Science*. 2014. Vol. 96, N 4. P. 1478–1488. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.12.006.
11. Lorenzo J.M., Crecente S., Franco D., et al. The effect of livestock production system and concentrate level on carcass traits and meat quality of foals slaughtered at 18 months of age // *Animal: An In-*

- ternational Journal of Animal Bioscience. 2014. Vol. 8, N 3. P. 494–503. DOI: 10.1017/S175173111300236X.
12. Cittadini A., Sarriés M.V., Domínguez R., et al. Effect of Breed and Finishing Diet on Growth Parameters and Carcass Quality Characteristics of Navarre Autochthonous Foals // *Animals*. 2021. Vol. 11, N 2. P. 488. DOI: 10.3390/ani11020488.
 13. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М. Исследования процесса созревания мяса // *Новые технологии*. 2025. Т. 21, № 1. С. 69–89.
 14. Khan M.I., Jo C., Tariq M.R. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors – A systematic review // *Meat Science*. 2015. Vol. 110. P. 278–284. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.08.002.
 15. Popoola I.O., Bruce H.L., McMullen L.M., et al. Consumer Sensory Comparisons Among Beef, Horse, Elk, and Bison Using Preferred Attributes Elicitation and Check-All-That-Apply Methods // *Journal of Food Science*. 2019. Vol. 84, N 10. P. 3009–3017. DOI: 10.1111/1750-3841.14780.
 16. Dashdorj D., Tripathi V-K., Cho S., et al. Dry aging of beef: Review // *J AnimSci Technol*. 2016. Vol. 58. P. 20.
 17. Leighton P.L.A., Barragán-Hernández W., López-Campos Ó., et al. Effects of in-the-bag dry-ageing on meat quality, palatability and volatile compounds of low-value beef cuts // *Meat Science*. 2023. Vol. 202. P. 109219. DOI: 10.1016/j.meatsci.2023.109219.
 18. Li X., Babol J., Bredie W.L., et al. A comparative study of beef quality after ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing // *Meat Science*. 2014. Vol. 97, N 4. P. 433–442. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.03.014.
 19. Terjung N., Witte F., Heinz V. The dry aged beef paradox: Why dry aging is sometimes not better than wet aging // *Meat Science*. 2021. Vol. 172. P. 108355. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108355.
 20. Kim Y.H.B., Meyers B., Kim H.W., et al. Effects of stepwise dry/wet-aging and freezing on meat quality of beef loins // *Meat Science*. 2017. Vol. 123. P. 57–63. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.09.002.
 21. Kim Y.H., Liesse C., Kemp R., et al. Evaluation of combined effects of ageing period and freezing rate on quality attributes of beef loins // *Meat Science*. 2015. Vol. 110. P. 40–45. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.06.015.
 22. Мухамедов Т.А. Химический и минеральный состав конины сухого и влажного созревания. В сб.: V Международная научно-практическая конференция «Инновации в науке: вызовы и перспективы будущего» Саратов, 30 сентября 2024 г. Саратов: Цифровая наука, 2024. С. 12–18.
 23. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М., Джабоева А.С. Исследование аминокислотного и жирнокислотного состава конины сухого и влажного созревания // *Известия Кабардино-Балкарского ГАУ им. В.М. Кокова*. 2024. № 4. С. 136–145. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-4-46-136-145.
 24. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М. Исследование структурно-механических и микроструктурных показателей созревания конины // *Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление*. 2025. № 1. С. 76–82. DOI: 10.24866/2311-2271/2025-1/1699.
 25. Ivanković A., Pečina M., Bittante G., et al. Meat Production Potential of Local Horse Breeds: Sustainable Conservation Through Valorization // *Animals*. 2025. Vol. 15, N 13. P. 1911. DOI: 10.3390/ani15131911.
 26. Sebbane M., Vial C., Lamy A. A horse on your plate? A cluster analysis of French consumers hippophagy acceptance // *Meat Science*. 2023. Vol. 203. P. 109220. DOI: 10.1016/j.meatsci.2023.109220.
 27. Lamy A., Costa S., Vial C., et al. Horsemeat consumption in France: Determinants and sustainable market perspectives // *Meat Science*. 2023. Vol. 198. P. 109083. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.109083.
 28. Vial C., Lamy A., Sebbane M. Chefs Saddle Up – Perceptions of Horse Meat as a Sustainable Gastronomic Alternative in France // *Foods*. 2025. Vol. 14, N 4. P. 638. DOI: 10.3390/foods14040638.
 29. Weber K., Kearley M.E., Marini A.M., et al. A review of horses sent to slaughter for human consumption: impact of horsemeat consumption, residual banned drugs, and public health risks // *American Journal of Veterinary Research*. 2023. Vol. 84, N 3. Art. 0185. DOI: 10.2460/ajvr.22.10.0185.
 30. Seong P.N., Park K.M., Kang G.H., et al. The Differences in Chemical Composition, Physical Quality Traits and Nutritional Values of Horse Meat as Affected by Various Retail Cut Types // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2016. Vol. 29, N 1. P. 89–99. DOI: 10.5713/ajas.15.0049.
 31. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М. Конина: жирнокислотный состав в процессе сухого и влажного созревания // *Журнал биологических наук и сельского хозяйства*. 2025. Т. 1, № 2. С. 63–68.

32. Beldarrain L.R., Morán L., Sentandreu M.Á., et al. Muscle and Subcutaneous Fatty Acid Composition and the Evaluation of Ageing Time on Meat Quality Parameters of Hispano-Bretón Horse Breed // *Animals*. 2021. Vol. 11, N 5. P. 1421. DOI: 10.3390/ani11051421.
33. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М. Влияние сухого и влажного созревания на содержание гликогена и молочной кислоты в конине. В сб.: XXIV Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». Барнаул: АлтГТУ, 2025. С. 100–102.
34. Beldarrain L.R., Sentandreu E., Aldai N., et al. Horse meat tenderization in relation to post-mortem evolution of the myofibrillar sub-proteome // *Meat Science*. 2022. Vol. 188. P. 108804. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.108804.
35. Beldarrain L.R., Sentandreu E., Aldai N., et al. Application of 2-D DIGE to study the effect of ageing on horse meat myofibrillar sub-proteome // *Journal of Proteomics*. 2023. Vol. 272. P. 104770. DOI: 10.1016/j.jprot.2022.104770.
36. Della Malva A., De Palo P., Lorenzo J.M., et al. Application of proteomic to investigate the post-mortem tenderization rate of different horse muscles // *Meat Science*. 2019. Vol. 157. P. 107885. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.107885.
37. Della Malva A., Maggiolino A., De Palo P., et al. Proteomic analysis to understand the relationship between the sarcoplasmic protein patterns and meat organoleptic characteristics in different horse muscles during aging // *Meat Science*. 2022. Vol. 184. P. 108686. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108686.
38. Cheng Y., Jiang X., Xue Y., et al. Effect of three different proteases on horsemeat tenderness during postmortem aging // *Journal of Food Science and Technology*. 2021. Vol. 58, N 7. P. 2528–2537. DOI: 10.1007/s13197-020-04759-x.
39. Kaić A., Luštrek B., Žgur S., et al. Can the Suspension Method (Tenderstretch vs. Achilles Tendon) Enhance Horsemeat Quality? // *Animals*. 2024. Vol. 14, N 23. P. 3540. DOI: 10.3390/ani14233540.
40. Tateo A., Maggiolino A., Domínguez R., et al. Volatile Organic Compounds, Oxidative and Sensory Patterns of Vacuum Aged Foal Meat // *Animals*. 2020. Vol. 10, N 9. P. 1495. DOI: 10.3390/ani10091495.
41. Beldarrain L.R., Morán L., Sentandreu M.Á., et al. Effect of ageing time on the volatile compounds from cooked horse meat // *Meat Science*. 2022. Vol. 184. P. 108692. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108692.
42. Beldarrain L.R., Etaio I., Morán L., et al. Effect of ageing time on consumer preference and sensory description of foal meat // *Food Research International*. 2020. Vol. 129. P. 108871. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108871.
43. Мухамедов Т.А. Влияние тепловой обработки на органолептические показатели конины сухого и влажного созревания. В сб.: Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Доктрины, школы и концепции устойчивого развития науки в современных условиях», Таганрог, 28 сентября 2024 г. Уфа: Аэтерна, 2024. С. 11–15.
44. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М., Байбатырова М.А. Оценка качества продукции из конины сухого и влажного созревания В сб.: XVIII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием «Пищевые технологии и биотехнологии» Казань, 21–25 апреля 2025 г. Казань: Казан. нац. исслед. технол. ун-т, 2025. С. 394–398.
45. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М. Сравнительная оценка показателей качества конины сухого и влажного созревания // *Вестник Керченского государственного морского технологического университета*. 2024. № 4. С. 88–101. EDN: XIMYVE.
46. Tikhonov S.L., Mukhamedov T.A., Tikhonova N.V., et al. The effect of dry and wet aging of horse meat on color. In: *BIO Web Conf. Proceedings of the International Conference*, 2024. Vol. 108. Art. 01010. DOI: 10.1051/bioconf/202410801010.
47. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М., Байбатырова М.А. Сравнительная оценка технологических потерь при тепловой обработке конины сухого и влажного созревания. В сб.: XVIII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с междунар. участием «Пищевые технологии и биотехнологии», Казань, 21–25 апреля 2025 г. Казань: Казан. нац. исслед. технол. ун-т, 2025. С. 399–403.
48. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М. Эффективность производства конины сухого и влажного созревания. В сб.: Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, посвя-

- щенная памяти Заслуженного деятеля науки РФ, доктора биологических наук, профессора А.П. Булатова «Актуальные проблемы производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Курган, 2025. Курган: Курган. гос. с.-х. акад. им. Т.С. Мальцева, 2025.
49. Мухамедов Т.А., Мухамедова С.М. Технология производства конины сухого и влажного созревания. В сб.: XXIV Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». Барнаул: АлтГТУ, 2025. С. 94–99.
 50. Мухамедов Т.А., Мухамедов А.А., Мухамедов А.А., Мухамедова С.М. Способ получения стейка из сухой созревшей конины. Патент на полезную модель № 9698 Республика Казахстан, 15.11.2024.
 51. Мухамедов Т.А., Мухамедов А.А., Мухамедов А.А., Мухамедова С.М. Способ влажного созревания конины. Патент на полезную модель № 9780. Республика Казахстан, 15.11.2024.
 52. Мухамедов Т.А., Мухамедов А.А., Мухамедов А.А., Мухамедова С.М. Способ сухого созревания конины в полупроницаемом мембранном пакете. Патент на полезную модель № 10573. Республика Казахстан, 16.05.2025.
 53. Marino R., Della Malva A., Maggiolino A., et al. Nutritional Profile of Donkey and Horse Meat: Effect of Muscle and Aging Time // *Animals*. 2022. Vol. 12, N 6. P. 746. DOI: 10.3390/ani12060746.

References

1. Pânzaru C, Doliş MG, Radu-Rusu RM, et al. Equine milk and meat: nutritious and sustainable alternatives for global food security and environmental sustainability. *Agriculture*. 2024;14(12):2290. DOI: 10.3390/agriculture14122290.
2. Bermukhametov Z, Mukhametzhanova S, Tleubergenova A, et al. Equine sarcocystosis in the northern region of the Republic of Kazakhstan. *Animals*. 2024;14(16):2299. DOI: 10.3390/ani14162299.
3. Li L, Wang J, Guo X, et al. Multidimensional assessment of meat quality across anatomical regions of Kazakh horses: an integrative evaluation of meat quality traits, amino acid profiles, and fatty acid composition. *Frontiers in Animal Science*. 2025;6:1565902. DOI: 10.3389/fanim.2025.1565902.
4. Delgermaa D, Enkhjargal T, Baasanjav A, et al. Assessment of Mongolian dietary intake for planetary and public-health-relevant food systems metrics. *Nutrients*. 2023;15(9):2049. DOI: 10.3390/nu15092049.
5. Balji Y, Tóth Á, Farkas Z. Perspectives and safety of horsemeat consumption. *International Journal of Food Science and Technology*. 2020;55(9):2867-2875. DOI: 10.1111/ijfs.14509.
6. Belaunzaran X, Bessa RJ, Lavín P, et al. Horse-meat for human consumption: current research and future opportunities. *Meat Science*. 2015;108:74-81. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.05.006.
7. Trombetta MF, Nocelli F, Pasquini M. Meat quality and intramuscular fatty acid composition of Catria horse. *Animal Science Journal*. 2017;88(8):1107-1112. DOI: 10.1111/asj.12737.
8. Petrov KA, Makhutova ON, Gladyshev MI. Fatty acid composition of Yakut horse tissues. *Doklady Biochemistry and Biophysics*. 2020;492(1):105-107. DOI: 10.1134/S1607672920030047.
9. Lorenzo JM, Munekata PES, Campagnol PCB, et al. Technological aspects of horse meat products: a review. *Food Research International*. 2017;102:176-183. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.09.094.
10. Lorenzo JM, Sarriés MV, Tateo A, et al. Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: a review. *Meat Science*. 2014;96(4):1478-1488. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.12.006.
11. Lorenzo JM, Crecente S, Franco D, et al. The effect of livestock production system and concentrate level on carcass traits and meat quality of foals slaughtered at 18 months of age. *Animal*. 2014;8(3):494-503. DOI: 10.1017/S175173111300236X.
12. Cittadini A, Sarriés MV, Domínguez R, et al. Effect of breed and finishing diet on growth parameters and carcass quality characteristics of Navarre autochthonous foals. *Animals*. 2021;11(2):488. DOI: 10.3390/ani11020488.
13. Mukhamedov TA, Mukhamedova SM. Studies on the meat aging process. *New Technologies*. 2025;21(1):69-89. (In Russ.).
14. Khan MI, Jo C, Tariq MR. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors: a systematic review. *Meat Science*. 2015;110:278-284. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.08.002.

15. Popoola IO, Bruce HL, McMullen LM, et al. Consumer sensory comparisons among beef, horse, elk, and bison using preferred attributes elicitation and check-all-that-apply methods. *Journal of Food Science*. 2019;84(10):3009-3017. DOI: 10.1111/1750-3841.14780.
16. Dashdorj D, Tripathi VK, Cho S, et al. Dry aging of beef: review. *Journal of Animal Science and Technology*. 2016;58:20.
17. Leighton PLA, Barragán-Hernández W, López-Campos Ó, et al. Effects of in-the-bag dry-ageing on meat quality, palatability and volatile compounds of low-value beef cuts. *Meat Science*. 2023;202:109219. DOI: 10.1016/j.meatsci.2023.109219.
18. Li X, Babol J, Bredie WL, et al. A comparative study of beef quality after ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. *Meat Science*. 2014;97(4):433-442. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.03.014.
19. Terjung N, Witte F, Heinz V. The dry aged beef paradox: why dry aging is sometimes not better than wet aging. *Meat Science*. 2021;172:108355. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108355.
20. Kim YHB, Meyers B, Kim HW, et al. Effects of stepwise dry/wet-aging and freezing on meat quality of beef loins. *Meat Science*. 2017;123:57-63. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.09.002.
21. Kim YH, Liesse C, Kemp R, et al. Evaluation of combined effects of ageing period and freezing rate on quality attributes of beef loins. *Meat Science*. 2015;110:40-45. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.06.015.
22. Mukhamedov TA. Chemical and mineral composition of dry and wet aged horse meat. In: *5th International Scientific and Practical Conference "Innovations in Science: Challenges and Future Prospects"*, Saratov, 30 Sep 2024. Saratov: Digital Science; 2024. P. 12–18. (In Russ.).
23. Mukhamedov TA, Mukhamedova SM, Djaboeva AS. Study of amino acid and fatty acid composition of dry and wet aged horse meat. *Izvestiya of the Kabardino-Balkarian SAU named after V.M. Kokov*. 2024;4:136-145. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2024-4-46-136-145.
24. Mukhamedov TA, Mukhamedova SM. Study of structural-mechanical and microstructural indicators of horse meat aging. *Bulletin of Far Eastern Federal University. Economics and Management*. 2025;1:76-82. (In Russ.). DOI: 10.24866/2311-2271/2025-1/1699.
25. Ivanković A, Pećina M, Bittante G, et al. Meat production potential of local horse breeds: sustainable conservation through valorization. *Animals*. 2025;15(13):1911. DOI: 10.3390/ani15131911.
26. Sebbane M, Vial C, Lamy A. A horse on your plate? A cluster analysis of French consumers hippophagy acceptance. *Meat Science*. 2023;203:109220. DOI: 10.1016/j.meatsci.2023.109220.
27. Lamy A, Costa S, Vial C, et al. Horsemeat consumption in France: determinants and sustainable market perspectives. *Meat Science*. 2023;198:109083. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.109083.
28. Vial C, Lamy A, Sebbane M. Chefs saddle up: perceptions of horse meat as a sustainable gastronomic alternative in France. *Foods*. 2025;14(4):638. DOI: 10.3390/foods14040638.
29. Weber K, Kearley ME, Marini AM, et al. A review of horses sent to slaughter for human consumption: impact of horsemeat consumption, residual banned drugs, and public health risks. *American Journal of Veterinary Research*. 2023;84(3):0185. DOI: 10.2460/ajvr.22.10.0185.
30. Seong PN, Park KM, Kang GH, et al. The differences in chemical composition, physical quality traits and nutritional values of horse meat as affected by various retail cut types. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2016;29(1):89-99. DOI: 10.5713/ajas.15.0049.
31. Mukhamedov TA, Mukhamedova SM. Horse meat: fatty acid composition during dry and wet aging. *Journal of Biological Sciences and Agriculture*. 2025;1(2):63-68. (In Russ.).
32. Beldarrain LR, Morán L, Sentandreu MÁ, et al. Muscle and subcutaneous fatty acid composition and the evaluation of ageing time on meat quality parameters of Hispano-Bretón horse breed. *Animals*. 2021;11(5):1421. DOI: 10.3390/ani11051421.
33. Mukhamedov TA, Mukhamedova SM. Influence of dry and wet aging on glycogen and lactic acid content in horse meat. In: *4th International Scientific and Practical Conference "Modern Problems of Food Production Engineering and Technology"*. Barnaul: AltSTU; 2025. P. 100–102. (In Russ.).
34. Beldarrain LR, Sentandreu E, Aldai N, et al. Horse meat tenderization in relation to post-mortem evolution of the myofibrillar sub-proteome. *Meat Science*. 2022;188:108804. DOI: 10.1016/j.meatsci.2022.108804.

35. Beldarrain LR, Sentandreu E, Aldai N, et al. Application of 2-D DIGE to study the effect of ageing on horse meat myofibrillar sub-proteome. *Journal of Proteomics*. 2023;272:104770. DOI: 10.1016/j.jprot.2022.104770.
36. Della Malva A, De Palo P, Lorenzo JM, et al. Application of proteomic to investigate the post-mortem tenderization rate of different horse muscles. *Meat Science*. 2019;157:107885. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.107885.
37. Della Malva A, Maggiolino A, De Palo P, et al. Proteomic analysis to understand the relationship between the sarcoplasmic protein patterns and meat organoleptic characteristics in different horse muscles during aging. *Meat Science*. 2022;184:108686. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108686.
38. Cheng Y, Jiang X, Xue Y, et al. Effect of three different proteases on horsemeat tenderness during postmortem aging. *Journal of Food Science and Technology*. 2021;58(7):2528-2537. DOI: 10.1007/s13197-020-04759-x.
39. Kaić A, Luštrek B, Žgur S, et al. Can the suspension method (tenderstretch vs. Achilles tendon) enhance horsemeat quality? *Animals*. 2024;14(23):3540. DOI: 10.3390/ani14233540.
40. Tateo A, Maggiolino A, Domínguez R, et al. Volatile organic compounds, oxidative and sensory patterns of vacuum aged foal meat. *Animals*. 2020;10(9):1495. DOI: 10.3390/ani10091495.
41. Beldarrain LR, Morán L, Sentandreu MÁ, et al. Effect of ageing time on the volatile compounds from cooked horse meat. *Meat Science*. 2022;184:108692. DOI: 10.1016/j.meatsci.2021.108692.
42. Beldarrain LR, Etaio I, Morán L, et al. Effect of ageing time on consumer preference and sensory description of foal meat. *Food Research International*. 2020;129:108871. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108871.
43. Mukhamedov TA. Effect of heat treatment on organoleptic characteristics of dry and wet aged horse meat. In: *All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation "Doctrines, Schools and Concepts of Sustainable Development of Science in Modern Conditions"*, Taganrog, 28 Sep 2024. Ufa: Aeterna; 2024. P. 11–15. (In Russ.).
44. Mukhamedov TA, Mukhamedova SM, Baibatyrova MA. Quality assessment of products from dry and wet aged horse meat. In: *18th All-Russian Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students with International Participation "Food Technologies and Biotechnologies"*, Kazan, 21–25 Apr 2025. Kazan: Kazan National Research Technological University; 2025. P. 394–398. (In Russ.).
45. Mukhamedov TA, Mukhamedova SM. Comparative assessment of quality indicators of dry and wet aged horse meat. *Bulletin of the Kerch State Maritime Technological University*. 2024;4:88–101. (In Russ.). EDN: XIMYVE.
46. Tikhonov SL, Mukhamedov TA, Tikhonova NV, et al. The effect of dry and wet aging of horse meat on color. In: *BIO Web of Conferences. Proceedings of the International Conference*; 2024. DOI: 10.1051/bioconf/202410801010.
47. Mukhamedov TA, Mukhamedova SM, Baibatyrova MA. Comparative assessment of technological losses during heat treatment of dry and wet aged horse meat. In: *18th All-Russian Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students with International Participation "Food Technologies and Biotechnologies"*, Kazan, 21–25 Apr 2025. Kazan: Kazan National Research Technological University, 2025. P. 399–403. (In Russ.).
48. Mukhamedov TA, Mukhamedova SM. Efficiency of dry and wet aged horse meat production. In: *All-Russian (National) Scientific and Practical Conference "Topical Issues of Agricultural Production and Processing, dedicated to the memory of Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Biological Sciences, Professor A.P. Bulatov"*, Kurgan, 2025. Kurgan: T.S. Maltsev Kurgan State Agricultural Academy; 2025. (In Russ.).
49. Mukhamedov TA, Mukhamedova SM. Technology of dry and wet aged horse meat production. In: *24th International Scientific and Practical Conference "Modern Problems of Food Production Engineering and Technology"*. Barnaul: AltSTU; 2025. P. 94–99. (In Russ.).
50. Mukhamedov TA, Mukhamedov AA, Mukhamedov AA, Mukhamedova SM. *Method for producing steak from dry aged horse meat*. Utility model patent N 9698. Republic of Kazakhstan. 15.11.2024.
51. Mukhamedov TA, Mukhamedov AA, Mukhamedov AA, Mukhamedova SM. *Method for wet aging of horse meat*. Utility model patent N 9780. Republic of Kazakhstan. 15.11.2024.

52. Mukhamedov TA, Mukhamedov AA, Mukhamedov AA, Mukhamedova SM. *Method for dry aging of horse meat in a semi-permeable membrane pouch*. Utility model patent N 10573. Republic of Kazakhstan. 16.05.2025.
53. Marino R, Della Malva A, Maggiolino A, et al. Nutritional profile of donkey and horse meat: effect of muscle and aging time. *Animals*. 2022;12(6):746. DOI: 10.3390/ani12060746.

Статья принята к публикации 27.02.20226 / The article accepted for publication 27.02.2026.

Информация об авторах:

Талгат Амангалиевич Мухамедов, старший преподаватель кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии

Сергей Леонидович Тихонов, заведующий кафедрой «Высшая школа биотехнологии», доктор технических наук, профессор

Наталья Валерьевна Тихонова, заведующая кафедрой пищевой инженерии аграрного производства, доктор технических наук, профессор

Information about the authors:

Talgat Amangalievich Mukhamedov, Senior Lecturer at the Department of Food Safety and Biotechnology

Sergey Leonidovich Tikhonov, Head of the Department of Higher School of Biotechnology, Professor, Doctor of Technical Sciences

Natalya Valeryevna Tikhonova, Head of the Department of Food Engineering of Agrarian Production, Professor, Doctor of Technical Sciences

