

*На правах рукописи*



**МУХАМЕДОВ ТАЛГАТ АМАНГАЛИЕВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТЕЙКОВ  
КОНИНЫ СУХОГО И ВЛАЖНОГО СОЗРЕВАНИЯ**

4.3.3. Пищевые системы

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Кемерово, 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ»)

**Научный руководитель:** **Тихонов Сергей Леонидович**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет», кафедра «Высшая школа биотехнологии» химико-технологического института, заведующий - руководитель

**Официальные оппоненты:** **Кудряшов Леонид Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» Российской академии наук, отдел научных консультантов, главный научный сотрудник

**Гиро Татьяна Михайловна**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», отдел хранения и переработки продукции животноводства, заведующий

**Ведущая организация:** Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь

Защита диссертации состоится «18» декабря 2026 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.315.05 при ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» по адресу: 650056, г. Кемерово, б-р Строителей, 47, 2 лекц. ауд.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (<https://kemsu.ru/science/dissertation-councils/diss-24-2-315-05/protects/147339/>), на официальном сайте ВАК Минобрнауки РФ (<https://vak.gisnauka.ru>).

Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации, отправлять по адресу: 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6, Диссертационный совет 24.2.315.05, e-mail: [ds24.2.315.05@mail.ru](mailto:ds24.2.315.05@mail.ru).

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Милентьева Ирина Сергеевна

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы исследования.** Мясо является основой питания населения Казахстана. Культ потребления мяса обусловлен кочевым прошлым, традициями и обычаями народа. Основными видами мяса в Казахстане являются говядина, баранина, верблюжати́на и мясо птицы. Однако вершину этой иерархии занимает конина – исконный символ достатка и благополучия.

Стратегия развития переработки сельскохозяйственного сырья в Республике Казахстан направлена на комплексную переработку, расширение ассортимента выпускаемой продукции, соответствие международным стандартам и экспорт продукции. Конина относится к числу приоритетных видов сырья, требующих увеличения глубины переработки. Применение технологии комплексной переработки обеспечивает рациональное использование сырья: все части туши находят применение, производственные отходы минимизируются, а сроки хранения продукции увеличиваются. В результате снижаются потери от порчи и упрощаются логистические процессы, что повышает общую эффективность отрасли. При этом продукция глубокой переработки имеет более высокую стоимость по сравнению с обычным мясом, что способствует увеличению прибыли производителей.

Одним из примеров продукции высокой добавленной стоимости в мировой практике является технология сухого и влажного созревания мяса в контролируемых условиях. Растущий спрос и популярность данной продукции побуждают производителей применять технологию созревания не только к говядине, но и к альтернативным видам мяса. Использование конины в технологии созревания в качестве альтернативы говядине представляет научный интерес по следующим причинам:

- конина обладает неповторимым вкусовым профилем и структурой;
- данный вид сырья имеет оптимальный нутриентный состав и характеризуется пониженным содержанием жира;
- в технологии созревания конины возможно использование того же оборудования, что и для говядины;
- процесс созревания конины способствует улучшению нежности и вкуса;
- производство конины требует меньших ресурсных затрат по сравнению с производством говядины;
- использование данной технологии позволяет расширить ассортимент продукции из конины.

При реализации технологии созревания конины необходимо учитывать не только технологические аспекты переработки, но и требования к качеству и безопасности продукции, а также обеспечивать соответствие продукции международным стандартам и нормам.

Таким образом, научный интерес к процессу созревания конины в контролируемых условиях предопределил актуальность настоящего исследования.

**Степень разработанности темы.** Теоретические и практические основы продуктивного коневодства и переработки конины нашли отражение в трудах отечественных и зарубежных учёных. Классические исследования И.Н. Чашкина

и И.А. Сайгина заложили фундаментальные подходы к развитию табунного коневодства и традиционным технологиям переработки продуктов из конины. Существенный вклад в изучение продуктивности и кормления лошадей внесли В.В. Калашников, Ю.Н. Барминцев и П.А. Федотов, а особенности конины как пищевого продукта были подробно рассмотрены в работах Б.Х. Садыкова. Современные исследования И.Н. Нечаева, А.Е. Жумагул, С.С. Рзабаева, Н.А. Кикебаева, Г.В. Сизонова, Т.А. Жайтапова и М.Ж. Нурушева расширили представления о породных особенностях казахских лошадей и перспективах их использования в мясном производстве. Дополнительный вклад в развитие отрасли внесли И.А. Ахатова, Р.В. Иванов, И.Н. Винокуров, К.И. Дуйсембаев и Т.Ш. Асанбаев, чьи работы отражают как теоретические, так и прикладные аспекты коневодства.

В области изучения автолитических изменений мяса фундаментальные исследования И.А. Смородинцева, В.И. Соловьева, Н.К. Журавской и Л.С. Кудряшова заложили теоретические основы процессов созревания. Позднее в работах И.М. Чернухи были показаны биохимические механизмы протеолиза в мышечной ткани. В современных публикациях Г.В. Гуринович, а также А.Б. Лисицына и А.А. Семёновой раскрыто влияние различных технологий созревания на качество говядины и конины. Значительный вклад в развитие биотехнологических подходов внесли Е.Т. Тулеуов, Б.А. Рскелдиев, Ф.А. Мадагаев, У.Ч. Чоманов и Я.М. Узakov, исследовавшие возможности комплексной переработки конины и создания национальных продуктов.

В работах вышеназванных авторов рассматривались физико–химические, биохимические и структурные изменения мясного сырья различных видов, включая конину, а также вопросы продуктивного коневодства и технологии переработки. Однако аспекты сухого и влажного созревания конины как самостоятельной технологии оставались недостаточно изученными.

Настоящее диссертационное исследование направлено на восполнение данного пробела и соответствует общенациональному приоритету Республики Казахстан «Построение диверсифицированной и инновационной экономики», закреплённому в Национальном плане развития до 2025 года.

На основании изложенного, целью настоящей диссертационной работы является разработка технологий сухого и влажного созревания конины (14 и 21 сутки) и комплексная оценка качества и безопасности полученных стейков, подвергнутых тепловой обработке.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить влияние способов (сухого и влажного) и продолжительности созревания (14 и 21 сутки) на физико–химические, структурно–механические показатели, потери массы и микроструктурные изменения конины, определяющие её технологическую пригодность;
- оценить влияние способов (сухого и влажного) и продолжительности созревания (14 и 21 сутки) на пищевую и биологическую ценность конины на основе химического, минерального, аминокислотного и жирнокислотного состава, а также микробиологических показателей;

- оценить влияние способов (сухого и влажного) и продолжительности созревания (14 и 21 сутки) на цветовые характеристики и потребительские свойства конины, а также на комплексные сенсорные характеристики стейков (вкус, запах, сочность);

- разработать технологию сухого и влажного созревания конины и провести сравнительную оценку качества и безопасности полученных стейков с учётом продолжительности созревания (14 и 21 сутки);

- экспериментально подтвердить целесообразность принятой продолжительности сухого и влажного созревания конины (14 и 21 сутки) на основе комплекса полученных показателей.

- оценить экономическую целесообразность производства стейков конины сухого и влажного способов созревания (14 и 21 сутки)

- разработать техническую документацию на стейки конины сухого и влажного созревания.

**Научная новизна работы.** Научная новизна диссертационной работы соответствует направлениям исследований, обозначенным в пунктах 5, 11, 12, 16, 21, 22 и 29 паспорта специальности ВАК 4.3.3. «Пищевые системы».

Получены новые экспериментальные данные о динамике показателей: pH, концентрации молочной кислоты, потерь массы, водосвязывающей способности, структурно–механических свойств и микроструктурных изменений конины при сухом и влажном способах созревания в течение 14, 21 суток, что позволило выявить различия в их изменении в зависимости от продолжительности процесса (**пункты 5, 21, 22**).

Установлены особенности химического состава, пищевой и энергетической ценности конины, подвергнутой сухому и влажному созреванию, что расширяет представления о влиянии способов созревания на биологическую ценность продукта (**пункты 11, 12**).

Выявлены различия в интенсивности снижения прочностных характеристик мышечной ткани конины при сухом и влажном созревании (**пункт 16**).

Впервые проведена комплексная сравнительная оценка качества жареных стейков при сухом и влажном способах созревания конины, с учетом физико–химических, структурно–механических, органолептических и биологических показателей (**пункты 21, 22**).

Разработаны технологические подходы и подготовлена техническая документация на стейки конины сухого и влажного созревания, что обеспечивает возможность практического внедрения результатов исследования (**пункт 29**).

Установленные зависимости показателей качества, безопасности и экономической эффективности представлены посредством уравнения регрессии, характера зависимости и коэффициентов достоверности аппроксимации ( $R^2$ ), что усиливает доказательную базу заявленной новизны (см. Приложения А и Б).

Техническая новизна предложенных решений представлена патентами на полезную модель Республики Казахстан: №9698 «Способ получения стейка из сухой созревшей конины» (МКП A23L 13/00, A23L 13/70), опубликован 18.10.2024, бюл. №42; №9780 «Способ влажного созревания конины» (МКП A23L 13/00), опубликован 15.11.2024, бюл. №46; №10573 «Способ сухого созревания

конины в полупроницаемом мембранном пакете» (МКП А23L 13/00), опубликован 16.05.2025, бюл. №20.

**Теоретическая и практическая значимость.** Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в продолжении и углублении научного изучения процессов автолитических изменений в тканях животных после убоя, с акцентом на изучение особенностей сухого и влажного созревания конины. Полученные результаты расширяют существующие представления о биохимических и физико–химических изменениях, происходящих в мышечной ткани в процессе послеубойного хранения при различных режимах. Выявленные закономерности и новые зависимости могут быть использованы при разработке математических моделей созревания конины, а также при проектировании технологий производства продуктов из конины с высокой добавленной стоимостью.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке технологии сухого и влажного созревания конины с продолжительностью 14 и 21 суток. На основе полученных экспериментальных данных был подготовлен комплект технической документации, включающий стандарт СТ ТОО 871223350498–001–2024 «Конина сухого и влажного созревания. Технические условия» и технологическую инструкцию ТИ 871223350498 ТОО 001–2024 «Конина сухого и влажного созревания. Технологическая инструкция». Разработанные технологии прошли промышленную апробацию и внедрены в производство ИП Утельбаев М.М. (г. Костанай, Костанайская область), что свидетельствует об их прикладной ценности и адаптированности к требованиям реального производства.

Результаты диссертационного исследования используются в образовательном процессе ФГБОУ ВО «Южно–Уральский государственный аграрный университет» при подготовке студентов по направлению 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции профиль «Биотехнология производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

Таким образом, результаты диссертационной работы нашли практическое применение как в производственной, так и в образовательной сферах, что подтверждает их актуальность, прикладную направленность и вклад в развитие технологий переработки мясного сырья.

**Методология и методы исследования.** В основу методологии положены теоретические и практические биохимические и физико–химические методы исследования животных тканей, позволяющие последовательно реализовать поставленные задачи.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

– результаты исследования биохимических, физико–химических и структурно–механических показателей, потерь массы, микроструктурных изменений, пищевой и биологической ценности и безопасности конины сухого и влажного созревания продолжительностью 14 и 21 суток;

– влияние способов и продолжительности созревания конины на качественные показатели и биологическую ценность готовых продуктов сухого и влажного созревания.

**Степень достоверности и апробация работы.** Эксперименты выполнены в лабораторных и производственных условиях с использованием современных методов исследований, статистической обработкой полученных результатов, что обеспечивает достоверность полученных данных.

Основные положения диссертационной работы доложены на международных конференциях, индексируемых в базе данных РИНЦ, в том числе: Всероссийская научно–практическая конференция с международным участием «Доктрины, школы и концепции устойчивого развития науки в современных условиях» (г. Таганрог, 2024); V Международная научно–практическая конференция «Инновации в науке: вызовы и перспективы будущего» (г. Саратов, 2024); BIO Web of Conferences: Международная научно–практическая конференция «From modernization to accelerated development: ensuring competitiveness and scientific leadership of the agro–industrial complex» (IDSISA г. Екатеринбург, 2024); XXIV Международная научно–практическая конференция «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (г. Барнаул, 2025); XVIII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием «Пищевые технологии и биотехнологии» (г. Казань, 2025); XXV Международная научно–практическая конференция «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств» (г. Барнаул, 2026). Ключевые выводы и результаты апробации представлены на III Всероссийском научно–практическом конгрессе с международным участием «Биотехнология и устойчивое развитие» (Москва, 24–26 марта 2026 г.).

**Личный вклад автора.** Автором разработана методология проведения экспериментов, составлен план исследований, проведены эксперименты, проанализированы полученные результаты, подготовлены материалы к публикации.

**Публикации.** По результатам диссертационного исследования опубликована 21 научная работа, из них: 7 статей – в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации, включая: 2 статьи – в журналах категории K1; 2 статьи – в журналах категории K2; 3 статьи – в журналах категории K3; 1 статья – индексируется в международных базах данных Web of Science и Scopus. Получены 3 патента на полезные модели.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 165 страницах, состоит из введения, 4 глав, выводов, списка использованных литературных источников и приложений. Работа содержит 26 таблиц и 27 рисунков. Список использованных источников включает 155 наименования, в том числе 108 иностранных.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, определены основные направления работы, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

**В первой главе** систематизирована информация по вопросам обеспеченности населения мясом, рассмотрены особенности состава и свойств конины, а также современные технологии её созревания.

**Во второй главе** представлены организация и методология экспериментальных исследований. Работа выполнена на базе кафедры естественнонаучных дисциплин и лабораторий Южно-Уральского государственного аграрного университета, Балтийского федерального университета, Алматинского технологического университета, РГУ Департамент санитарно-эпидемиологического контроля Костанайской области, а также предприятия общественного питания ИП Утельбаев М.М. (ресторан «Terra», г. Костанай). Использованы общепринятые методы, обеспечивающие достоверность полученных данных. В рамках экспериментальной части определены объекты исследования, соответствующие цели и задачам диссертации. Материалом служили туши двух кобылок помесей кушумской породы в возрасте до 24 месяцев. В качестве объекта исследования использовали длинейшую мышцу спины конины (*m. longissimus dorsi*), анатомически выделенную из спинно-поясничного отруба после охлаждения. Образцы распределяли между группами 14 и 21 суток созревания.

Для проведения эксперимента параметры среды сухого и влажного созревания конины поддерживались на постоянном уровне в соответствии с общепринятыми классическими режимами, установленными на основании анализа научно-технической литературы, практических рекомендаций производства и технологических схем переработки мясного сырья. В рамках данной работы указанные параметры экспериментальному варьированию не подвергались. Сухое созревание осуществлялось при температуре  $+1...+2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности воздуха 60–75 % и скорости движения воздуха 0,5–2,5 м/с. Влажное созревание проводилось в вакуумной упаковке полиамид/полиэтиленовых пакетов толщиной 120 мкм при температуре  $+1...+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности не более 90 % и скорости движения воздуха 0,2–7,0 м/с. В качестве референсного объекта, характеризующего условно-исходное состояние, не подвергавшегося созреванию был принят контрольный образец (1 сутки). Выбор временных интервалов 14 и 21 сутки для сухого и влажного созревания конины основан на анализе научно-технической литературы и структурно - механических характеристиках конины, включая низкий индекс нежности по сравнению с говядиной, высоким содержанием соединительной ткани и строением мышечных волокон.

Схема проведения эксперимента представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 –Схема проведения эксперимента

Экспериментальная часть настоящей работы реализовывалась в три взаимосвязанных этапа. На первом этапе проводили подготовку материала: с охлажденных полутуш конины отделяли спинно-поясничные отрубы, далее из отрубов анатомически выделяли мышцы *m. longissimus dorsi*.

В последующем производили предварительную зачистку, подготовку к технологической обработке, транспортировке и хранению в соответствии с нормативными документами. Второй этап был посвящен исследованию способов сухого и влажного созревания и продолжительности 14 и 21 суток конины, тепловой обработке стейков, комплексной оценки качества и безопасности стейков. На заключительном этапе, разработана техническая документация, проведена промышленная апробация технологии сухого и влажного созревания. Апробация подтвердила техническую состоятельность, эффективность и воспроизводимость технологии.

**В третьей главе** представлены результаты исследований влияния способа и продолжительности созревания на показатели качества и безопасности конины. Анализ проводился по физико-химическим, структурно-механическим, химическим, аминокислотным, жирнокислотным, цветовым и микробиологическим показателям.

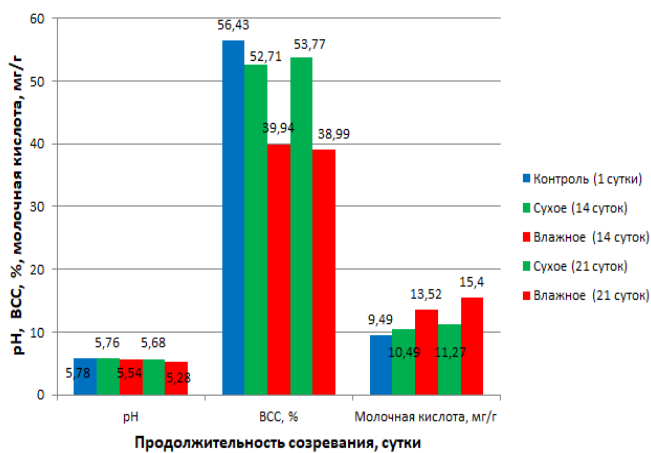


Рисунок 2 - Влияние способа и продолжительности созревания на физико-химические показатели конины

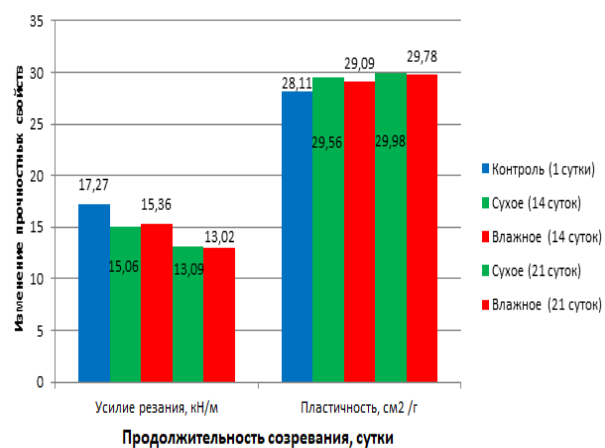


Рисунок 3 - Влияние способа и продолжительности созревания на структурно-механические показатели конины

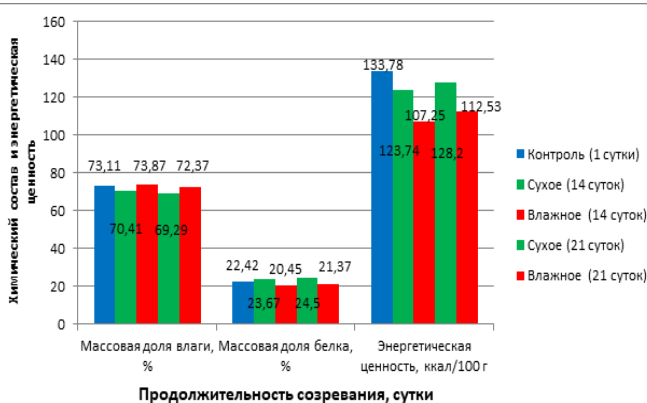


Рисунок 4 - Влияние способа и продолжительности созревания на химический состав и энергетическую ценность конины

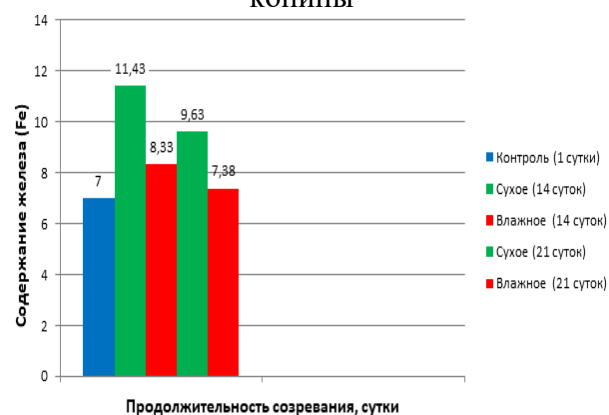


Рисунок 5 - Влияние способа и продолжительности созревания на минеральный состав (Fe) конины, мг/кг



Рисунок 6 - Влияние способа и продолжительности созревания на минеральный состав (Fe) конины, мг/кг

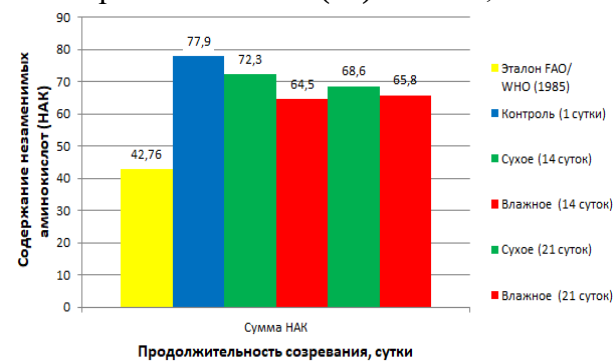


Рисунок 7 - Влияние способа и продолжительности созревания на содержание незаменимых аминокислот (НАК), г/100 г белка, в конине

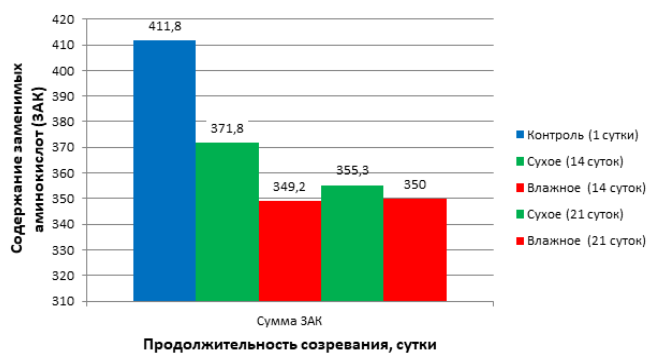


Рисунок 8 - Влияние способа и продолжительности созревания на содержание заменимых аминокислот (ЗАК), мг/100 г продукта, в конине

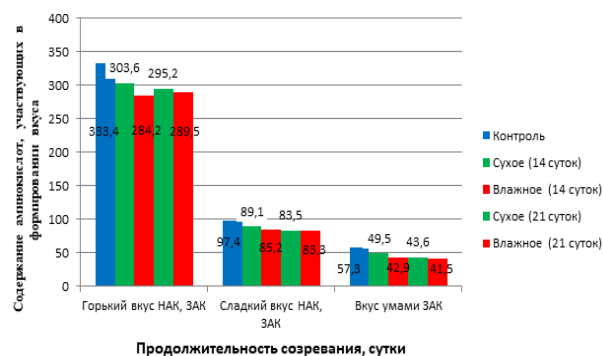


Рисунок 9 - Влияние способа и продолжительности созревания на содержание аминокислот, участвующих в формировании вкуса конины, мг/100 г продукта

Выявлено, что способ и продолжительность созревания оказывает значимое влияние на физико-химические показатели конины (Рисунок 2). При сухом созревании снижение pH было умеренным: с 5,78 до 5,76 (14 суток) и до 5,68 (21 сутки), а водосвязывающей способность уменьшилась на 6,6 % и 4,7 % соответственно. Влажное созревание сопровождалось более интенсивными изменениями: pH снизился до 5,54 (14 суток) и до 5,28 (21 сутки), а ВСС уменьшилась на 29,2 % и 30,9 %. Концентрация молочной кислоты, при влажном созревании на 21 сутки увеличились на 62,3 % относительно контроля, что на 43,5 % превышало уровень сухого созревания.

Установлено, что усилие резания снижалось с 17,27 Н до 13,09 Н при сухом и до 13,02 Н при влажном способе, что свидетельствует о повышении нежности конины (Рисунок 3). Пластичность мышечной ткани немного увеличивалась, достигая 29,98 см<sup>2</sup>/г при сухом и 29,78 см<sup>2</sup>/г при влажном способе. Микроструктурные исследования показали, что на первой сутки мышечные волокна сохраняют структуру, к 14 суткам наблюдалась фрагментация, а к 21 суткам — распад миофибрилл на саркомы и образование зернистой структуры. Продолжительность созревания усиливает деструктивные изменения, при этом влажное созревание ускоряет протеолиз.

Содержание белка при сухом способе достигает до 24,50 %, при влажном — 21,37 %, а содержание влаги ниже при сухом способе (69,29 %) и выше при влажном (72,37 %) (Рисунок 4). Энергетическая ценность при сухом способе сохраняется на более высоком уровне — до 128,20 ккал/100 г, тогда как при влажном снижается до 107,25–112,53 ккал/100 г.

Сухое созревание обеспечивает более высокое содержание железа и магния (Рисунок 5, 6). Содержание железа достигает 11,43 мг/кг на 14 сутки и остаётся выше по сравнению с влажным способом (8,33 мг/кг). Магний при сухом способе достигает 626,80 мг/кг, а при влажном — до 520,90 мг/кг. Продолжительность созревания сопровождается снижением концентрации отдельных элементов.

Суммарное содержание незаменимых аминокислот снижается, но при сухом способе но остается выше (72,30–68,60 г/100 г белка) по сравнению с влажным (64,50–65,80 г/100 г белка) (Рисунок 7). Заменимые аминокислоты также снижаются, при этом их содержание было выше при сухом способе (Рисунок 8).

Аминокислоты-предшественники вкуса сохранялись лучше при сухом созревании, что формирует более выраженные органолептические характеристики (Рисунок 9).

Способ и продолжительность созревания существенно влияли на жирнокислотный состав (Таблица 1). При сухом созревании к 21 суткам содержание полиненасыщенных жирных кислот достигало 53 %, соотношение ПНЖК/НЖК — 2,41, а индекс атерогенности снижался до 0,04. При влажном способе эти показатели были ниже (ПНЖК — до 11 %, ПНЖК/НЖК — 0,33).

Таблица 1 – Влияние способа и продолжительности созревания на жирнокислотный состав конины, % к общему количеству жирных кислот

| Жирная кислота                                                                    | Продолжительность созревания (сутки) |       |         |       |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------|---------|-------|---------|
|                                                                                   | 1                                    | 14    |         | 21    |         |
|                                                                                   | Контроль                             | Сухое | Влажное | Сухое | Влажное |
| Σ ПНЖК                                                                            | ≈22                                  | ≈17   | ≈11     | ≈53   | ≈2      |
| Соотношение ПНЖК / НЖК                                                            | 0,85                                 | 0,94  | 0,20    | 2,41  | 0,33    |
| Соотношение ω6/ω3                                                                 | 2,5–3,0                              | ≈1,8  | >2      | >10   | ≈0,6    |
| Индекс атерогенности (ИА)                                                         | 0,18                                 | 1,89  | 0,37    | 0,04  | –       |
| Примечание: «≈» — округлённые значения; «–» — отсутствие или следовые количества. |                                      |       |         |       |         |

Сухое созревание сопровождалось потемнением поверхности конины (светлота  $L^*$  снижалась с 34,20 до 17,60), а влажное — менее выраженными изменениями ( $L^*$  до 21,40). Оттенки  $a^*$  и  $b^*$  формировали махагона-коричневый цвет, цветовой тон  $H$  оставался стабильным, а различия  $\Delta E$  были в пределах визуального восприятия.

Все образцы конины сухого и влажного созревания соответствовали требованиям ТР ТС 034/2013 по безопасности. КМАФАнМ не превышал  $9 \times 10^2$  КОЕ/г, дрожжи, плесени, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Proteus* и БГКП не выявлены (Таблица 2).

Таблица 2 - Влияние способа и продолжительности созревания на микробиологические показатели конины

| Показатели               | Норма           | Продолжительность созревания (сутки) |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                          |                 | 1                                    | 14              |                 | 21              |                 |
|                          |                 | Контроль                             | Сухое           | Влажное         | Сухое           | Влажное         |
| КМАФАнМ, КОЕ/г, не более | $1 \times 10^3$ | $5 \times 10^2$                      | $3 \times 10^2$ | $7 \times 10^2$ | $5 \times 10^2$ | $9 \times 10^2$ |

**В четвёртой главе** представлены результаты исследований по разработке технологии сухого и влажного созревания конины, комплексной оценке качества и безопасности стейков после тепловой обработки, а также анализу экономической эффективности производства. Представленные исследования основаны на результатах в третьей главе и направлены на практическую реализацию разработанных технологий.

Разработанная технология сухого и влажного созревания конины представлена в виде схемы (Рисунок 10).

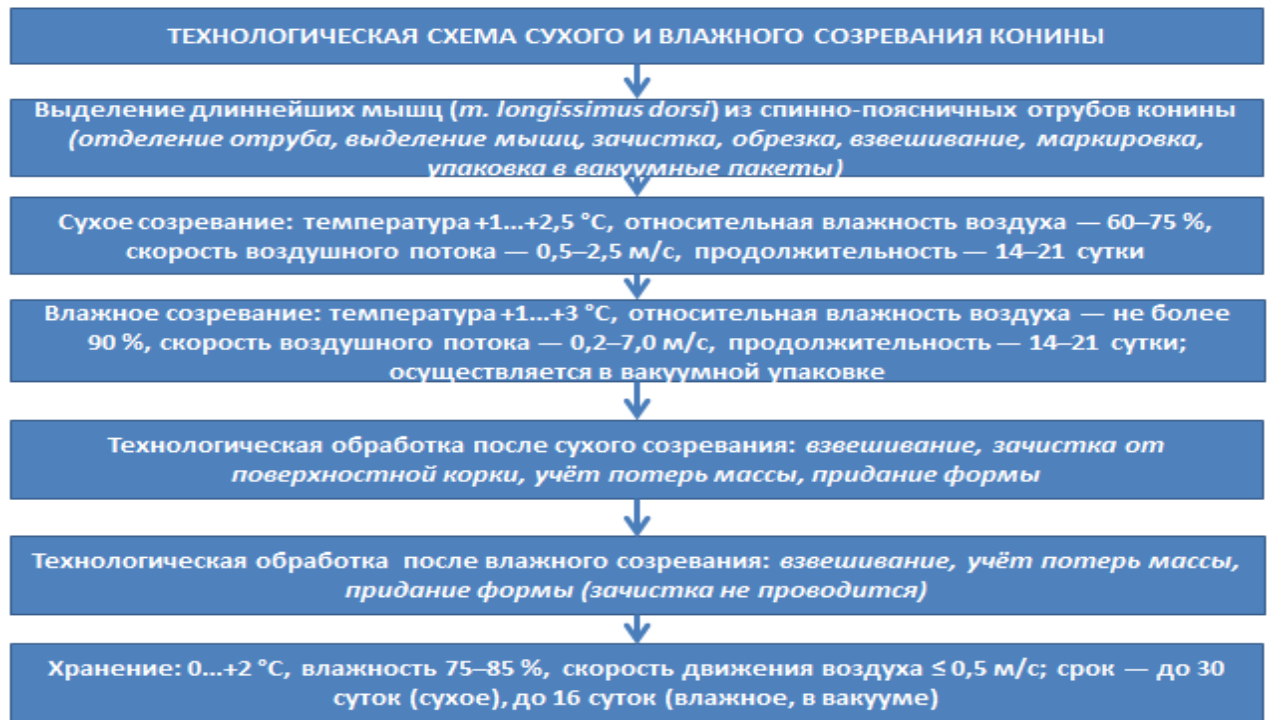


Рисунок 10 – Технологическая схема сухого и влажного созревания конины

Разработанная схема отражает заключительный этап исследования и демонстрирует реализацию поставленной цели — разработка технологии сухого и влажного созревания конины и сравнительная оценка качества и безопасности стейков, подвергнутых тепловой обработке.

В схеме систематизированы результаты экспериментальных данных: анатомически точное выделение длиннейших мышц (*m. longissimus dorsi*), стандартизация полуфабрикатов, параметры режимов созревания, этапы технологической обработки и условия хранения. Технологическая схема отражает результаты апробации проведенных научных исследований.

Мясная продуктивность спинно-поясничного отруба конины составила 27,25 % от массы полутуши, в том числе 19,62 % конины и 7,63 % костей; индекс мясности –  $2,57 \pm 0,08$ . Морфологический разбор длиннейшей мышцы показал преимущество мышечной ткани (86,16 %) над соединительной и жировой (13,84 %), способствуя технологической пригодности конины.

Полуфабрикаты конины распределялись произвольно по способу (сухому и влажному) и продолжительности созревания (14 и 21 сутки). В специализированной камере Samaref (Италия) размещали полуфабрикаты сухого созревания, в вакуумной упаковке РА/РЕ и холодильной камере Polair (Россия) хранили полуфабрикаты влажного способа.

В сухом способе потери массы составляли 5,10 % и 8,30 %, а также при зачистке 12,90 % и 17,90 % на 14 и 21 сутки, соответственно. Во влажном созревании потери составили 1,40 % и 7,10 %.

На основании полученных данных в соответствии с требованиями ГОСТ Р 70354–2022 и МУК 4.2.1847–04 экспериментально доказано, что конина сухого созревания сохраняет качество и безопасность до 39 суток

(рекомендуемый срок хранения – 30 суток), конина влажного способа – стабильность до 21 суток (рекомендуемый срок – 16 суток).

Комплексная оценка стейков после тепловой обработки (Medium) показала, что потери массы ниже при сухом способе (17,09 % и 15,19 %) по сравнению с влажным способом (19,47 % и 17,14 %), что свидетельствует о лучшем сохранении растворимых веществ.

Химический состав и энергетическая ценность стейков после тепловой обработки определялись от способа и продолжительности созревания (Рисунок 11), при этом сухое созревание обеспечивало белок 32,10–32,81 % и энергетическую ценность 167,73–171,56 ккал/100 г, влажное — белок 29,11–29,79 %, энергетическая ценность 152,62–156,69 ккал/100 г.

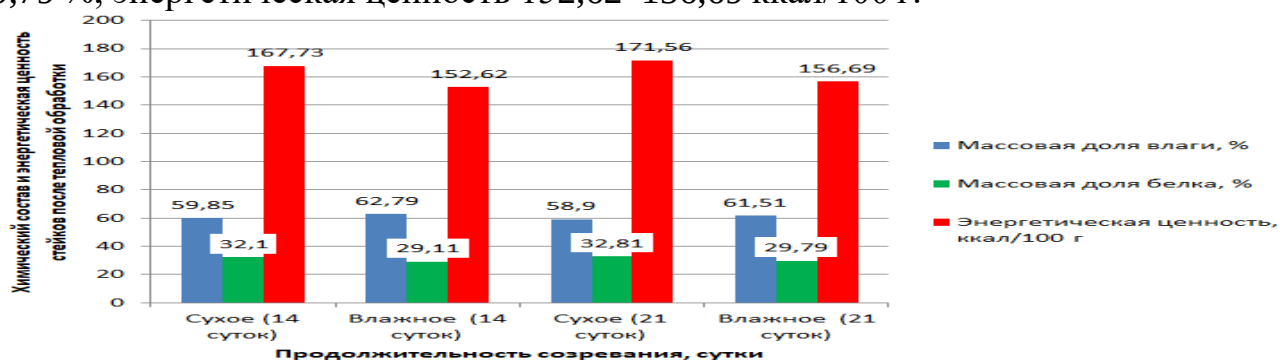


Рисунок 11 - Влияние способа и продолжительности созревания на химический состав и энергетическую ценность стейков после тепловой обработки

Прочностные свойства стейков (Таблица 3) показали, что сухое созревание обеспечивало более высокое усилие резания, а увеличение срока созревания приводило к снижению прочности и смягчению структуры.

Таблица 3 – Влияние способа и продолжительности созревания на прочностные свойства стейков после тепловой обработки

| Показатель        | Продолжительность созревания (сутки) |             |             |             |
|-------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                   | 14                                   |             | 21          |             |
|                   | Сухое                                | Влажное     | Сухое       | Влажное     |
| Усилие резания, Н | 14,50 ± 0,3                          | 12,60 ± 0,3 | 12,50 ± 0,3 | 11,40 ± 0,3 |

Переваримость белков при сухом способе превышала показатели влажного созревания на 11,70 % и 14,30 % на 14 и 21 сутки соответственно.

Органолептическая оценка (ГОСТ 9959–2015) показала преимущество сухого способа по внешнему виду, аромату и вкусу, формированию мраморности и плотной корочки, тогда как влажное созревание сохраняло сочность и нежность.

Микробиологическая безопасность стейков подтверждена показателями КМАФАнМ в пределах нормы, патогенная микрофлора не выявлена (Таблица 4), срок хранения жареной конины при +2...+6 °С — до 36 часов.

Таблица 4 – Влияние способа и продолжительности созревания на микробиологическую обсеменённость стейков после тепловой обработки

| Показатели               | Норма               | Продолжительность созревания (сутки) |                     |                     |                     |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                          |                     | 14                                   |                     | 21                  |                     |
|                          |                     | Сухое                                | Влажное             | Сухое               | Влажное             |
| КМАФАнМ, КОЕ/г, не более | 1 × 10 <sup>3</sup> | 1 × 10 <sup>2</sup>                  | 3 × 10 <sup>2</sup> | 2 × 10 <sup>2</sup> | 4 × 10 <sup>2</sup> |

Экономическая оценка (Таблица 5) показала, что влажное созревание обеспечивает более высокий выход продукции и меньшие потери массы (коэффициент рентабельности 2,32 и 2,14 при 14 и 21 сутках), тогда как сухое характеризуется снижением рентабельности при увеличении срока созревания.

Таблица 5 - Влияние способа и продолжительности созревания на рентабельность производства стейков

| Показатель                                                                                                             | Продолжительность созревания (сутки) |         |       |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------|-------|---------|
|                                                                                                                        | 14                                   |         | 21    |         |
|                                                                                                                        | Сухое                                | Влажное | Сухое | Влажное |
| Коэффициент рентабельности, усл. ед.                                                                                   | 1,57                                 | 2,32    | 1,24  | 2,14    |
| Примечание: коэффициент рентабельности рассчитан в условных единицах на основе экономических показателей производства. |                                      |         |       |         |

Разработанные технологии сухого и влажного созревания конины обеспечивают высокую пищевую, органолептическую и микробиологическую ценность стейков, оптимальные потери массы, текстуру и переваримость белка, подтверждая практическую реализуемость и соответствие задачам исследования.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

В работе проведен комплексный анализ состояния коневодства в Республике Казахстан и изучена динамика производства конины. Установлено, что обеспеченность внутреннего рынка кониной составляет 81 %, при этом оставшиеся 19 % покрываются за счёт импорта. Такая зависимость от внешних поставок свидетельствует о необходимости устойчивого увеличения поголовья и производства конины, что позволит не только сократить объёмы импорта, но и сформировать предпосылки для выхода отечественной продукции на экспортные рынки.

В рамках проведённых исследований разработаны способы сухого и влажного созревания конины, а также дана комплексная оценка качества, безопасности и экономической эффективности стейков, получаемых при их применении, что позволило сформировать практические рекомендации для производства.

По результатам работы сделаны следующие выводы:

1. Установлено, что к 21 суткам созревания потери массы конины составляют 8,30 % при сухом способе (СС) и 7,10 % при влажном (ВС); при зачистке образцов после сухого созревания потери достигают 12,90–17,90 %. Значение pH снижается при СС с 5,78 до 5,68, при ВС – до 5,28. Водосвязывающая способность уменьшается на 4,70 % при СС и на 30,90 % при ВС. Концентрация молочной кислоты возрастает на 18,8 % при СС и на 62,3 % при ВС. Прочностные свойства снижаются на 24,8 % при СС и на 24,6 % при ВС.

Микроструктурные исследования позволили объективно оценить степень зрелости конины: на 14 сутки соответствует 2 степени созревания, на 21 сутки – 3 степени. Массовая доля влаги в конине ВС составила 73,87 % и 72,37 % на 14 и 21 сутки соответственно, тогда как в конине СС этот показатель был ниже на 12,9 % и 12,2 %, относительно контроля. В то же время содержание белка в конине СС было на 4,9 % выше, чем в образцах конины ВС.

2. Установлено, что в конине сухого созревания суммарное содержание незаменимых аминокислот составляет 72,30 – 68,60 г/100 г белка. Данный показатель в среднем на 7,5 % выше, чем в образцах конины влажного способа созревания (64,50–65,80 г/100 г белка). Их суммарное содержание превышает эталон FAO/WHO (1985) в 1,6–1,8 раза, что подтверждает полноценность белка и обеспечивает удовлетворение суточной потребности взрослого человека в аминокислотах при потреблении 100 г продукта. Содержание железа в конине сухого созревания достигает 11,43 мг/100 г, что при суточной потребности в железе 8 мг для мужчин и 18 мг для женщин (нормативы FAO/WHO) соответствует 143 % и 63 % соответственно. Данный показатель значительно превосходит аналогичный параметр для говядины ( $\approx 2,6$  мг/100 г), более чем в 4,4 раза. Таким образом, конина после сухого созревания может быть позиционирована как продукт с высокой биологической ценностью и значимостью для профилактики железодефицитных состояний.

В ходе сухого созревания наблюдается снижение содержания насыщенных (НЖК) и моновенасыщенных жирных кислот (МНЖК) при одновременном увеличении доли полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК, до 53% к 21 суткам) и росте соотношения  $\omega 6/\omega 3$ , что повышает диетическую направленность продукта. При влажном способе на 14 сутки фиксируется временное повышение всех групп жирных кислот с последующим снижением их концентрации к 21 суткам.

Биологическая ценность конины сухого созревания подтверждается лучшей сбалансированностью аминокислотного профиля: коэффициент утилитарности белка составил 70,53% против 68,01% при влажном способе, коэффициент сопоставимой избыточности – 4,84 против 4,26, коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС) – 1,20 против 1,15.

Установлено, что наибольшей энергетической ценностью (128,20 ккал/100 г) обладает конина сухого созревания на 21 сутки эксперимента, а наименьшую (123,74 ккал/100 г) конина имела к 14 суткам созревания. При влажном созревании конины к 14 суткам наблюдалось снижение энергетической ценности до 107,25 ккал/100 г, относительно энергетической ценности конины к 21 суткам созревания 112,53 ккал/100 г, в контрольном образце значение составило 133,78 ккал/100 г.

По микробиологическим показателям конина обоих способов созревания соответствует требованиям ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции», однако сухое созревание обеспечивает меньшую микробную обсеменённость. Установленные изменения показателей пищевой и биологической ценности также зависят от продолжительности созревания, при этом наиболее выраженные изменения наблюдаются к 21 суткам.

3. Определено, что конина сухого созревания к 14 суткам имела более светлую окраску ( $L = 34,2$ ) по сравнению с кониной влажного созревания ( $L = 32,4$ ), что связано с образованием белого налёта. Окисление миоглобина к 21 суткам сухого способа созревания снизило значение светлоты до 17,6. Статистическая достоверность цветовых различий между способами составила ( $\Delta E = 37,8\text{--}43,2$ ). Данное исследование доказывает значимость цветовых

характеристик как показателя качества, что обусловлено различиями во вкусоароматических свойствах, сочности и привлекательности конины.

4. Разработана технология сухого и влажного способов созревания, обеспечивающая выход стейков с высококачественными потребительскими свойствами. Комплексная оценка стейка показала, что в стейках сухого способа содержание белка на 10,13–10,27 % выше, чем в стейках влажного созревания, что обеспечивает более высокую энергетическую ценность. Прочностные показатели (на 13,10 % и 8,80 %) и перевариваемость *in vitro* (11,70–14,30 %) стейков сухого созревания превышают значения влажного способа на 14 и 21 сутки соответственно. Дегустационная оценка (ГОСТ 9959–2015) показала преимущество по органолептическим показателям стейков сухого созревания (8,0 и 8,5 балла) над стейками влажного способа (7,7 и 8,2 балла) на 14 и 21 сутки соответственно. Микробиологические исследования установили, что стейки соответствуют требованиям нормативных документов, оставаясь при этом безопасными вне зависимости от способа и продолжительности созревания.

Результаты исследования доказывают, что способы и продолжительность созревания оказывают системное воздействие на технологические, экономические, пищевые и органолептические характеристики стейков.

5. На основании комплекса полученных физико–химических, биохимических, микроструктурных и микробиологических результатов экспериментально подтверждена целесообразность принятой продолжительности сухого и влажного созревания конины (14 и 21 сутки).

6. Расчёт экономической эффективности показал, что влажное созревание обеспечивает более высокую рентабельность: коэффициент составил 2,32 против 1,57 на 14 сутки и 2,14 против 1,24 на 21 сутки. Экономическая эффективность влажного способа связана с меньшими потерями массы, высоким выходом продукции и устойчивыми показателями рентабельности, при этом требуются расходы на вакуумную упаковку и действуют ограничения по срокам хранения. Сухое созревание сопровождается значительными потерями при созревании и зачистке, а также повышенными затратами на оборудование и энергию, что снижает рентабельность, несмотря на более высокую пищевую и органолептическую ценность.

7. Разработана техническая документация на производство конины сухого и влажного созревания конины продолжительностью 14 и 21 сутки, включая СТ ТОО 871223350498–001–2024 «Конина сухого и влажного созревания. Технические условия» и ТИ 871223350498 ТОО 001–2024 «Конина сухого и влажного созревания. Технологическая инструкция».

Установленные зависимости показателей качества, безопасности и экономической эффективности представлены в явном виде, а именно через уравнения регрессии, характер зависимости и коэффициенты достоверности аппроксимации ( $R^2$ ), что существенно усиливает доказательную базу исследования. Полученные результаты подтверждают, что способ и продолжительность созревания конины оказывают комплексное влияние на формирование физико–химических, структурно–механических, пищевых, органолептических и экономических показателей готовой продукции.

**Ограничения исследования.** Исследование выполнено на ограниченной выборке сырья – тушах двух кобылок помесей кушумской породы в возрасте до 24 месяцев, что снижает степень статистической репрезентативности полученных результатов. Использование конины животных одного пола, возраста и происхождения обусловлено необходимостью минимизации вариабельности сырья при изучении влияния режимов и продолжительности сухого и влажного созревания на показатели качества конины.

В связи с этим представленные данные следует рассматривать как результаты, характеризующие исключительно исследуемую группу сырья, имеющие определённые ограничения при распространении на конину, полученную от животных других пород, возрастных категорий и различных условий откорма. Для формулирования обобщающих закономерностей исследования выявлена потребность в расширенной выборке сырья конины в промышленных условиях.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

1. Развитие мясного коневодства. Для повышения продуктивности и качества конины рекомендуется применять промышленное скрещивание, а также создавать специализированные линии. При этом необходимо учитывать возможные селекционные ограничения.

2. Внедрение технологии созревания конины. Для расширения ассортимента и производства конины с высокой добавленной стоимостью предприятиям отрасли рекомендуется использовать технологию сухого и влажного созревания. Для освоения технологии необходимы подготовка персонала, продвижение продукции на выставках и в торговых сетях, развитие рецептур и создание брендов. При этом следует учитывать риски, связанные с ограниченной платежеспособностью потребителей, а также необходимость формирования устойчивого спроса на премиальную продукцию.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ**

**Статьи в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией  
Российской Федерации**

1. **Мухамедов, Т. А.** Анализ развития коневодства и динамики производства конины в Республике Казахстан / **Т. А. Мухамедов, А. К. Сакен** // АПК России. – 2023. – Т. 30. - № 2. – С. 284-289.

2. **Мухамедов Т. А.,** Мухамедова С. М. Сравнительная оценка показателей качества конины сухого и влажного созревания / **Т. А. Мухамедов, С. М. Мухамедова** // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. - 2024. - №4. - С. 88–101.

3. **Мухамедов, Т. А.** Исследование аминокислотного и жирнокислотного состава конины сухого и влажного созревания / **Т. А. Мухамедов, С. М. Мухамедова, А.С. Джабоева** // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. - 2024. – Т. 46. - № 4. - С. 136–145.

4. **Мухамедов, Т.А.** Исследования процесса созревания мяса / **Т. А. Мухамедов, С. М. Мухамедова** // Новые технологии / New technologies. - 2025. – Т. 1. - № 21. – С. 69-89.

5. **Мухамедов, Т.А.** Исследование структурно-механических и микроструктурных показателей созревания конины / **Т. А. Мухамедов, С. М. Мухамедова** // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. - 2025. – Т 113. - № 1. - С. 76 – 82.

6. **Мухамедов, Т.А.** Конина как перспективное сырьё для разработки технологии созревания / **Т. А. Мухамедов, С. Л. Тихонов, Н.В Тихонова** // Вестник КрасГАУ. - 2026. - №3. - С. 63-68.

7. **Мухамедов, Т.А.** Нутритивная адекватность и соответствие физиологическим нормам конины сухого и влажного созревания / **Т. А. Мухамедов, С. Л. Тихонов, Н.В Тихонова** // Ползуновский вестник. - 2026. - №1. - С. 53-57.

#### Статья - других научных журналах

1. **Мухамедов, Т.А.** Конина: жирнокислотный состав в процессе сухого и влажного созревания / **Т.А. Мухамедов, С.М. Мухамедова** // Журнал биологических наук и сельского хозяйства. – 2025. – Т 1. - №2. - С. 62-68.

#### Статья, индексируемая в международных базах данных Web of Science и Scopus

1. **Mukhamedov, T. A.** Horse meat quality: Maturation analysis and evaluation in the production process / **T. A. Mukhamedov, S. M. Mukhamedova** // Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences. 2026. – Vol. 15(5), – Article ID 13067.

#### Результаты интеллектуальной деятельности

1. Патент № 9698 С1 Республика Казахстан, МПК A23L 13/00, A23L 13/70. Способ получения стейка из сухой созревшей конины / **Т. А. Мухамедов, А. А. Мухамедов, А. А. Мухамедов, С. М. Мухамедова** ; патентообладатель А. А. Мухамедов. – Заявл. 2024; Оpubл. 18.10.2024.

2. Патент № 9780 С1 Республика Казахстан, МПК A23L 13/00. Способ влажного созревания конины / **Т. А. Мухамедов, А. А. Мухамедов, А. А. Мухамедов, С. М. Мухамедова** ; патентообладатель А. А. Мухамедов. – Заявл. 2024; Оpubл. 15.11.2024.

3. Патент № 10573 С1 Республика Казахстан, МКП A23L 13/00 (2006.01) Способ сухого созревания конины в полупроницаемом мембранном пакете / **Т.А. Мухамедов, А.А. Мухамедов, А.А. Мухамедов, С.М. Мухамедова** ; патентообладатель А.А. Мухамедов. – Заявл. 2025; Оpubл. 16.05.2025.

#### Статьи и материалы конференций, индексируемые в международных базах данных Web of Science и Scopus

1. Tikhonov, S.L. The effect of dry and wet maturation of horse meat on color / S.L. Tikhonov, **T.A. Mukhamedov**, N.V. Tikhonova, L.B. Zdereva // BIO Web of Conferences. – 2024. – Vol. 41. – Article ID 01010.

### **Статьи и материалы конференций, индексируемые в базе данных РИНЦ**

1. **Мухамедов, Т.А.** Влияние тепловой обработки на органолептические показатели конины сухого и влажного созревания / **Т.А. Мухамедов** // Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «ДОКТРИНЫ, ШКОЛЫ И КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ НАУКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ» (г. Таганрог, 28 сентября 2024 г.). – Уфа: Аэтерна, 2024. – С. 11-15.
2. **Мухамедов, Т.А.** Химический и минеральный состав конины сухого и влажного созревания / **Т.А. Мухамедов** // Сборник статей V Международной научно-практической конференции «ИННОВАЦИИ В НАУКЕ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ БУДУЩЕГО» (г. Саратов, 30 сентября 2024 г. ). – Саратов: НОП «Цифровая наука». – 2024. – С. 12-18.
3. **Мухамедов, Т. А.** Технология производства конины сухого и влажного созревания / **Т. А. Мухамедов, С. М. Мухамедова** // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XXIV международной научно-практической конференции, Барнаул, АлтГТУ, 2025.– С. 94–99
4. **Мухамедов, Т. А.** Влияние сухого и влажного созревания на содержание гликогена и молочной кислоты в конине / **Т. А. Мухамедов, С. М. Мухамедова** // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XXIV международной научно-практической конференции, Барнаул, АлтГТУ, 2025.– С. 100–102
5. **Мухамедов, Т. А.** Оценка качества продукции из конины сухого и влажного созревания / **Т. А. Мухамедов, С. М. Мухамедова, М.А. Байбатырова** // Пищевые технологии и биотехнологии. XVIII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием (21-25 апреля 2025 года г.) : материалы конференции, Казань, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. 2025. – С. 394–398
6. **Мухамедов, Т. А.** Сравнительная оценка технологических потерь при тепловой обработке конины сухого и влажного созревания / **Т. А. Мухамедов, С. М. Мухамедова, М.А. Байбатырова** // Пищевые технологии и биотехнологии. XVIII Всероссийская конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием (21-25 апреля 2025 года г.) : материалы конференции, Казань, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. 2025. – С. 399-403
7. **Мухамедов, Т. А.** Микробиологическая безопасность конины при сухом и влажном способах созревания / **Т. А. Мухамедов, С. Л. Тихонов** // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XXV международной научно-практической конференции, Барнаул, АлтГТУ, 2026.– С. 158–160
8. **Мухамедов, Т. А.** Прочностные и органолептические свойства стейков конины после 28-суточного сухого и влажного созревания / **Т. А. Мухамедов, С. Л. Тихонов** // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств: материалы XXV международной научно-практической конференции, Барнаул, АлтГТУ, 2026.– С. 161–163