

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно–Уральский государственный аграрный университет»

На правах рукописи

МУХАМЕДОВ ТАЛГАТ АМАНГАЛИЕВИЧ

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

4.3.3. Пищевые системы

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук,
профессор
Тихонов Сергей Леонидович

Троицк 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	12
1.1 Анализ развития коневодства и динамики производства конины в Республике Казахстан	12
1.2 Пищевые характеристики конины	19
1.3 Современные технологии созревания мяса.....	26
1.4 Заключение по главе 1. Обзор литературы.....	44
ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	45
2.1 Организация исследований.....	45
2.2 Объекты и методы исследования	45
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КОНИНЫ СУХОГО И ВЛАЖНОГО СОЗРЕВАНИЯ.....	54
3.1 Исследование физико–химических показателей конины сухого и влажного созревания.....	54
3.2 Исследование структурно–механических и микроструктурных показателей конины сухого и влажного созревания	57
3.3 Исследование химического и минерального состава конины сухого и влажного созревания	61
3.4 Исследование аминокислотного состава конины сухого и влажного созревания	67
3.5 Исследование жирнокислотного состава конины сухого и влажного созревания	78
3.6 Исследование влияния сухого и влажного созревания на цвет конины.....	85
3.7 Исследование микробиологических показателей конины сухого и влажного созревания.....	88

3.8 Заключение по главе 3. Результаты исследований конины сухого и влажного созревания.....	90
ГЛАВА 4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	93
4.1 Разработка технологии сухого и влажного созревания конины.....	93
4.2 Комплексная оценка качества и безопасности стейков конины сухого и влажного созревания после тепловой обработки.....	108
4.3 Экономическая эффективность производства стейков конины сухого и влажного созревания.....	120
4.4 Заключение по главе 4. Практическая реализация результатов исследования.....	124
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	125
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ.....	131
НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ.....	132
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	137
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	156

ВВЕДЕНИЕ

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, верблюжатина 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 [43] и И.А. Сайгина [35] 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 [15], Ю.Н. Барминцев [6] и П.А. Федотов [42], а особенности конины как пищевого продукта были подробно рассмотрены в работах Б.Х. Садыкова [34]. Современные исследования И.Н. Нечаева [22; 23; 24], А.Е. Жумагул [22; 23; 24], С.С. Рзабаева [23], Н.А. Кикебаева [22; 23], Г.В. Сизонова [22; 23], Т.А. Жайтапова [22] и М.Ж. Нурушева [22] расширили представления о породных особенностях казахских лошадей и перспективах их использования в мясном

производстве. Дополнительный вклад в развитие отрасли внесли И.А. Ахатова [4], Р.В. Иванов [10], И.Н. Винокуров [7], К.И. Дуйсембаев [2] и Т.Ш. Асанбаев [3], чьи работы отражают как теоретические, так и прикладные аспекты коневодства.

В области изучения автолитических изменений мяса фундаментальные исследования И.А. Смородинцева [37], В.И. Соловьева [38], Н.К. Журавской [9] и Л.С. Кудряшова [17; 18] заложили теоретические основы процессов созревания. Позднее в работах И.М. Чернухи [44] были показаны биохимические механизмы протеолиза в мышечной ткани. В современных публикациях Г.В. Гуринович [8], а также А.Б. Лисицына [20] и А.А. Семёновой [20] раскрыто влияние различных технологий созревания на качество говядины и конины. Значительный вклад в развитие биотехнологических подходов внесли Е.Т. Тулеуов [40], Б.А. Рскелдиев [33], Ф.А. Мадагаев [5], У.Ч. Чоманов [11] и Я.М. Узаков [41], 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: рН, 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 A23L 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.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В данной главе проводится ретроспективный анализ развития коневодства в Казахстане и систематизируются данные о биологической ценности конины. Рассматриваются биохимические процессы созревания мяса в зависимости от возраста и вида животных, специфики отрубов, а также способов обработки и её продолжительности, что в совокупности определяет направление экспериментальных исследований.

1.1 Анализ развития коневодства и динамики производства конины в Республике Казахстан

Республика Казахстан занимает место в первой десятке стран мира по численности поголовья лошадей. Наличие обширных естественных пастбищных угодий является ключевым фактором развития отечественного коневодства [36].

Научно–технический прогресс и автоматизация аграрного сектора обусловили трансформацию роли коневодства в Республике Казахстан, усилив его продуктивную составляющую. В современной структуре отрасли особое место занимает мясное направление, сформировавшееся во второй половине прошлого столетия. Настоящие исследования направлены на выведение высокопродуктивных типов и пород лошадей, адаптированных к промышленным технологиям. Несмотря на имеющиеся наработки, вопросы повышения продуктивности лошадей остаются в числе наиболее актуальных проблем современной зоотехнической науки [25].

Реализация потенциала продуктивного коневодства позволяет одновременно получать мясную и молочную продукцию. По данным [105], конина характеризуется низким содержанием жира (2,9%) и высоким уровнем белка (22,5%), что определяет её диетические свойства.

Биохимический состав конины, в частности высокое содержание ненасыщенных жирных кислот, а также значительное количество железа, обуславливает её положительное воздействие на состояние здоровья потребителей [51].

Рынок мяса и мясных продуктов, являясь сегментом продовольственной отрасли, аккумулирует процессы производства и распределения продукции. Его состояние и динамика развития являются определяющими факторами в формировании продовольственной безопасности и доступности продуктов питания для населения [45].

Мясное коневодство в Республике Казахстан, аналогично опыту ряда европейских государств (Франции, Испании, Италии, Бельгии, России), характеризуется устойчивой тенденцией к росту. Расширение рыночного сегмента конины продиктовано высокой ценностью продукта, его применением в производстве колбас и деликатесов, что находит отражение в стабильном росте спроса со стороны населения [85].

Динамика численности общего поголовья лошадей, в том числе племенных животных продуктивного направления в Республике Казахстан, представлено на Рисунке 1 [46].

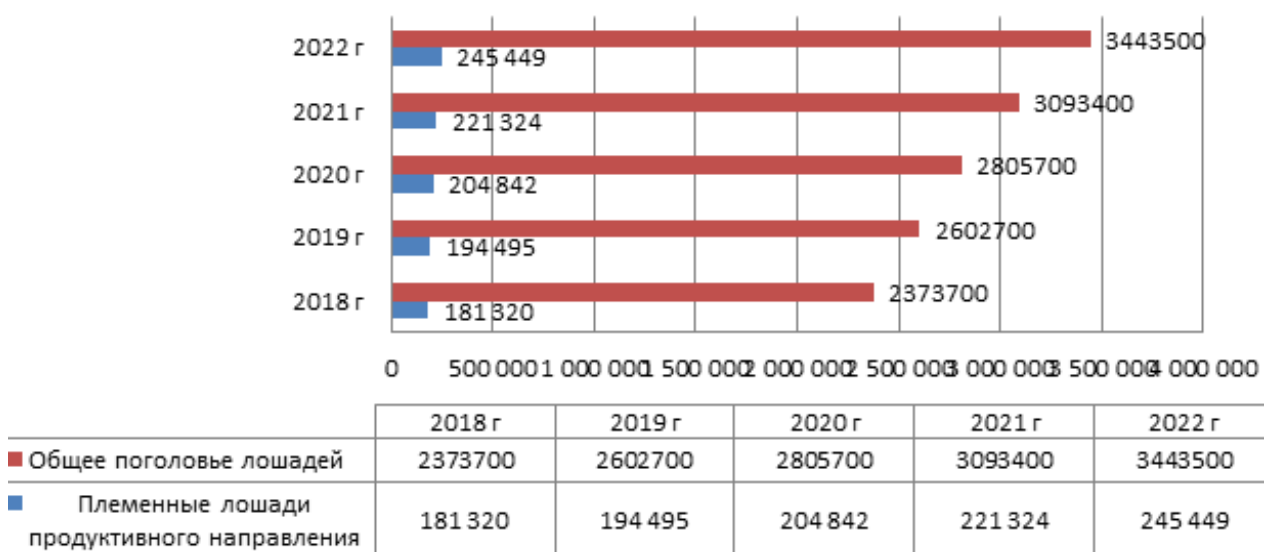


Рисунок 1 – Динамика численности общего поголовья лошадей в Республики Казахстан

Как видно из Рисунка 1, согласно данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, по общему поголовью лошадей разного направления хозяйственного применения на начало 2018 года официальная статистика насчитывала 2 373 700 голов. В последующие годы наблюдалась тенденция роста данного показателя: в 2019 г. – на 8,8% (2 602 700), в 2020 г. – на 7,2% (2 805 700), в 2021 г. – на 9,3% (3 093 400) и в 2022 г – на 10,1% (3 443 500) [26].

По состоянию на 2018 год численность племенных лошадей продуктивного направления составляла 181 320 голов, в последующие годы отмечается ежегодный рост поголовья: 2019 г. он составил 6,8 % (194 495), 2020 г. – 5,0 % (204 842), в 2021 г. – 7,4 % (221 324), а в 2022 г. – 9,8 % (245 449).

По данным [39], в Республике Казахстан по категориям хозяйств (Рисунок 2) наблюдается ежегодный рост поголовья лошадей. В частности, в сельскохозяйственных предприятиях прирост составил 8,8% (17 500 голов), в хозяйствах индивидуальных предпринимателей, а также крестьянских или фермерских хозяйств – 9,2% (132 016 голов), в хозяйствах населения – 4,7% (64 449 голов).

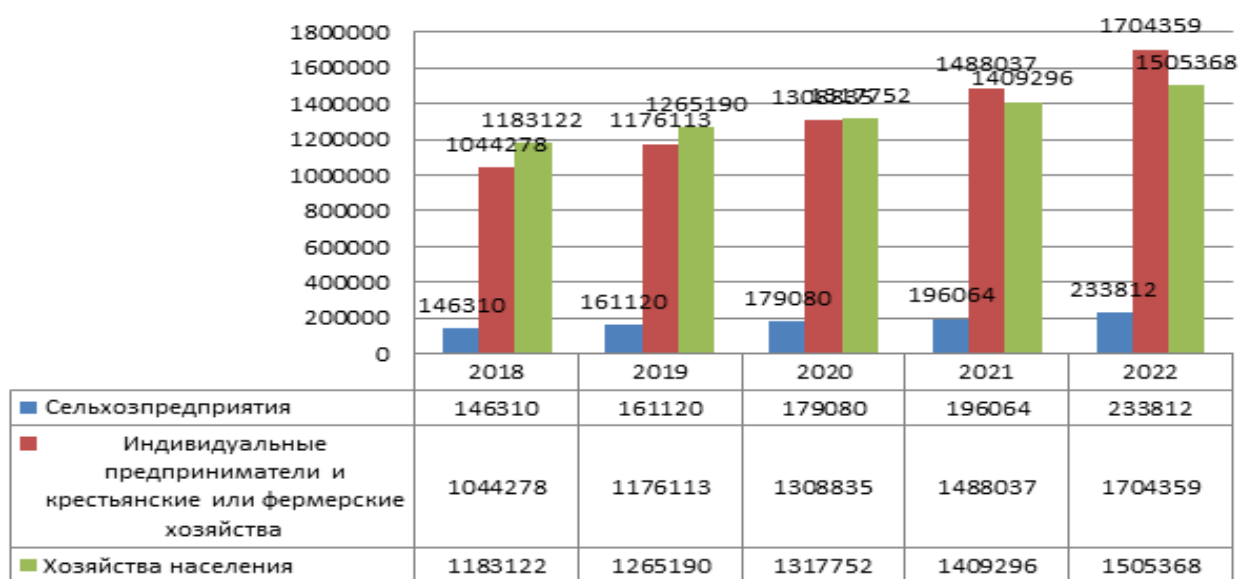


Рисунок 2 – Распределение общего поголовья лошадей по категориям хозяйств Республики Казахстан

Из Рисунка 2 видно, что основными производителями конины остаются хозяйства населения, индивидуальные предприниматели, а также крестьянские (фермерские) хозяйства.

На Рисунке 3 приведены данные по объёмам реализации лошадей на убой в Республике Казахстан, выраженные в живой и убойной массе [27].

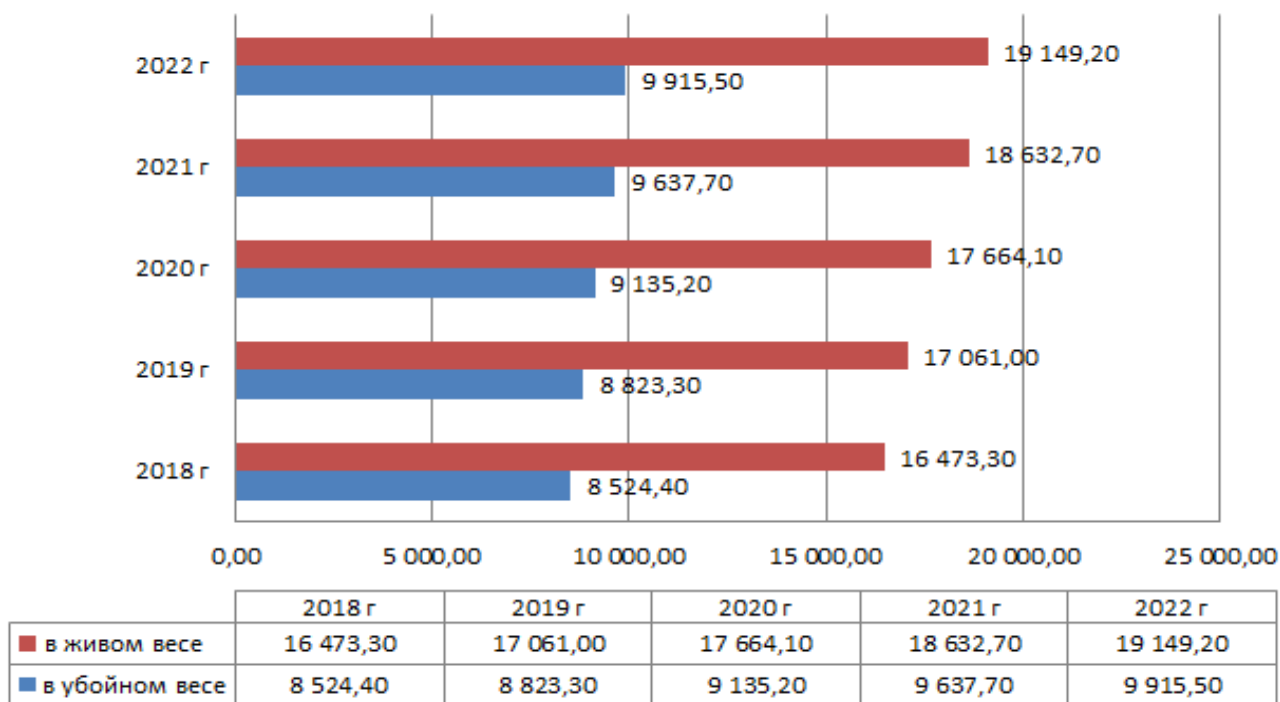


Рисунок 3 – Динамика реализации лошадей на убой в Республике Казахстан в живой и убойной массе, тонн

Анализ данных Рисунка 3 показывает, что за последние пять лет по всем категориям хозяйств наблюдается ежегодный рост объемов реализации лошадей на убой в среднем на 3,7 % (до 9915,5 тонн) в убойном весе и на 3,65 % (до 19 149,2 тонн) в живой массе.

Реализация генетического потенциала местных лошадей, направленная на совершенствование продуктивных качеств, достигается путем создания новых заводских линий и типов, обладающих повышенными продуктивными характеристиками [12].

Значительную роль в развитии рынка конины играет внешнеторговый оборот (экспорт – импорт) животных [13]. Анализ импорта конины в

Республику Казахстан показывает, что его объемы существенно превышают экспортные поставки. Данные Рисунка 4 наглядно демонстрируют соотношение экспорта и импорта конины в стране [47].

Ввиду высокой социальной значимости и традиционных предпочтений в потреблении конины, достижение полной самообеспеченности внутреннего рынка является важным условием продовольственной безопасности.

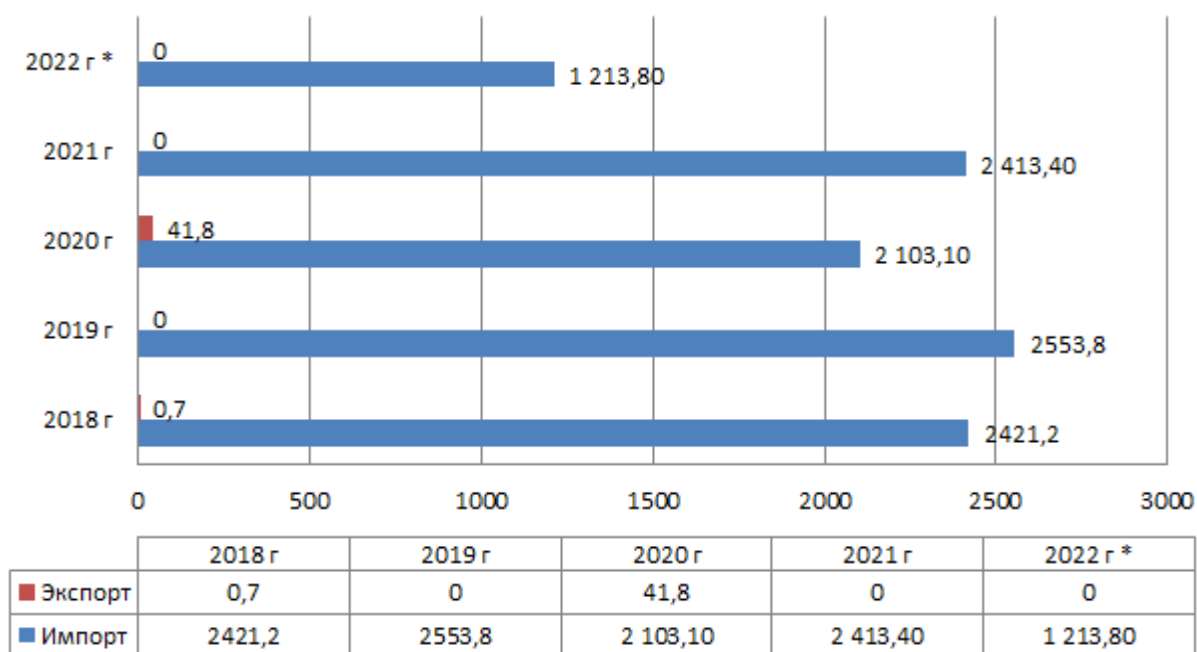


Рисунок 4 – Динамика экспорта – импорта Республики Казахстан по товарной позиции «Мясо лошадей, ослов, мулов или лошаков, свежее, охлажденное или мороженое» (код ТН ВЭД ЕАЭС 0205), тонн

Анализ потребления мяса и мясных продуктов за период 2018–2022 гг. показал рост данного показателя на 5,3% к уровню 2019 года (Рисунок 4). По нашему мнению, это обусловлено устойчивым спросом населения на мясную продукцию, объем потребления, которого приближается к рекомендуемым рациональным нормам питания.

На Рисунке 5 представлена обеспеченность внутреннего рынка кониной отечественного производства. Следует отметить, что 1313,8 тонн

являются предварительными данными за январь–май 2022 года. Согласно научно обоснованным физиологическим нормам потребления продуктов питания в Республике Казахстан, среднедушевые нормы потребления мяса и мясопродуктов составляют 78,4 кг в год, из которых на долю конины приходится 15,5 кг [47].

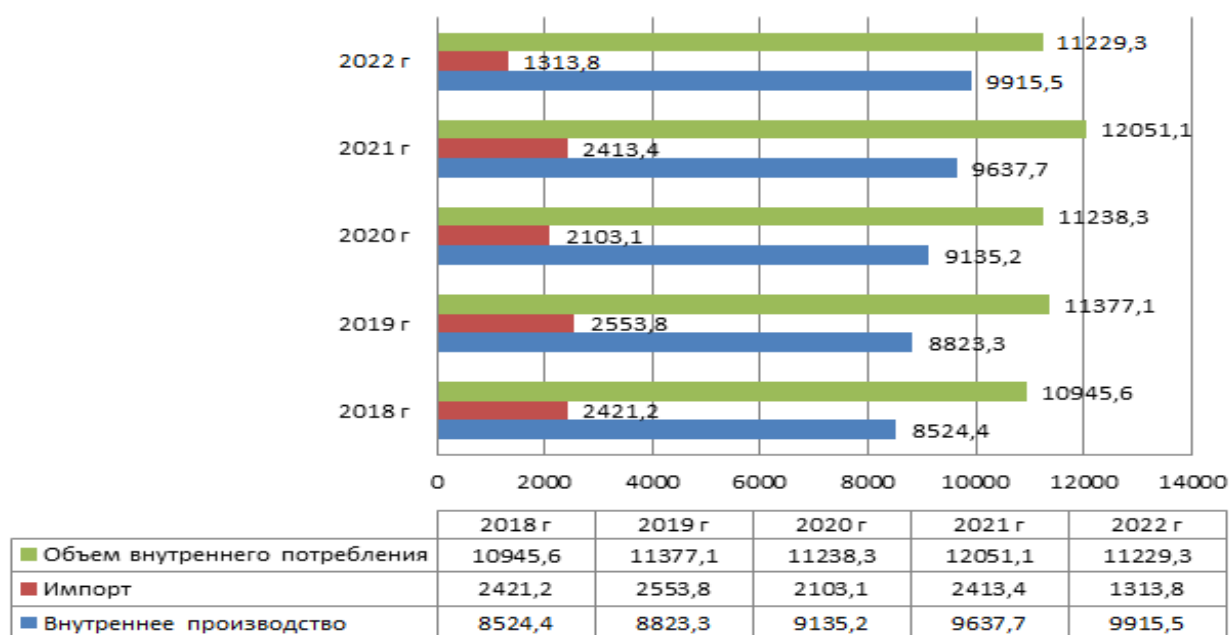


Рисунок 5 – Обеспеченность внутреннего рынка кониной отечественного производства, тонн

Динамика потребления основных видов мясной продукции населением Республики Казахстан представлена на Рисунке 6.

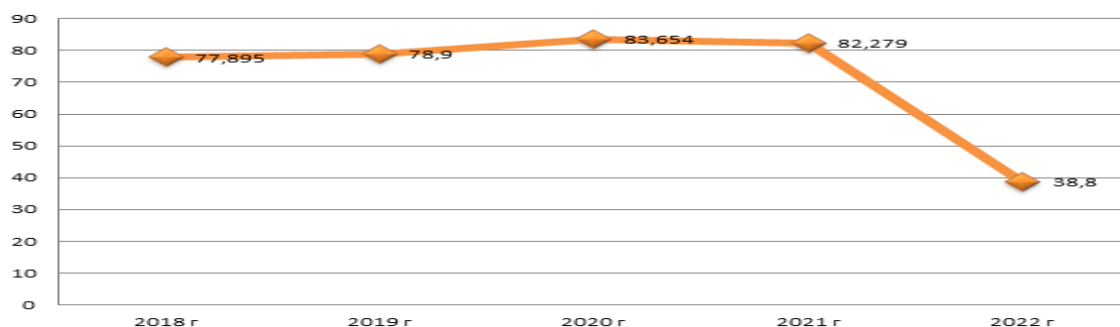


Рисунок 6 – Среднедушевое потребление мяса и мясопродуктов в Республике Казахстан, кг год

Данные Рисунка 6 свидетельствуют о том, что в 2021 году объем потребления мяса и мясопродуктов сократился по сравнению с 2020 годом,

что связано с кризисными явлениями в экономике. Необходимо отметить, что данные о потреблении мяса за 2022 год (38,8 кг) являются предварительными и охватывают период за январь–май [32].

Статистический анализ объемов реализации лошадей на убой по всем категориям хозяйств за последние 5 лет показал средний ежегодный рост на 3,7% (до 9915,5 тонн) в убойном весе и на 3,65% (до 19 149,2 тонн) в живой массе. По нашему мнению, данная динамика обусловлена стабильно высоким спросом на конину, имеющим выраженный сезонный характер (увеличение потребления в зимний период).

Прирост общего поголовья лошадей различного направления хозяйственного использования составил 8,8% (3 443 500 голов), при этом лишь 7,3% (245 449 голов) от общей численности поголовья Республики Казахстан относится к племенному продуктивному направлению. Следовательно, количественное расширение поголовья является значимым резервом для увеличения объемов производства конины.

Рынок конины характеризуется неоднородностью, поскольку на убой поступают как племенные животные, так и беспородное поголовье из хозяйств населения. С целью совершенствования продуктивных качеств лошадей, содержащихся в хозяйствах населения и крестьянских (фермерских) хозяйствах, целесообразно осуществлять их промышленное скрещивание с жеребцами племенных пород (джабе, мугалжарская и кушумская) для получения помесного потомства первого поколения с повышенной живой массой.

Проведенный анализ показал, что текущая потребность внутреннего рынка в конине удовлетворяется за счет собственного производства на 81 %, в то время как доля импорта достигает 19 %. Для снижения импортозависимости необходимо обеспечить устойчивое наращивание поголовья и интенсификацию производства конины. Развитие мясного коневодства будет способствовать не только насыщению рынка

качественным сырьем, но и формированию конкурентных цен при соблюдении норм продовольственной безопасности.

1.2 Пищевые характеристики конины

Мясная продуктивность лошадей является важным показателем экономической эффективности производства и обеспечения высокого качества конечной продукции в мясной промышленности. Мясная продуктивность лошадей – это характеристика, отражающая количество и качество мяса, получаемого от одной лошади. Лошади различных пород имеют разные показатели продуктивности, что связано с их генетическими особенностями, содержанием (поведением) и популяционным использованием.

Породы лошадей, включая мугалжарскую, казахскую типа жабе, кушумскую, адаевскую и кабинетскую мясного направления, представляют собой уникальное направление в разведении лошадей, сочетающее в себе производство, как мяса, так и молока. Помимо чистопородных существует множество животных без определенной породной принадлежности, которые также демонстрируют отличные мясные качества. Такие лошади часто проходят так называемый народный отбор и селекцию, в ходе которых крестьянские хозяйства и местные жители выбирают животных для разведения на основе практического опыта и желаемых характеристик, не опираясь на строгие научные или породные стандарты.

Вышеприведенные породы лошадей созданы в основном в Казахстане и адаптированы к местным условиям содержания, что делает их особенно ценными для сельского хозяйства. Использование пастбищ при выращивании лошадей позволяет получать конину с высокими качественными характеристиками и пищевой ценностью [14].

Авторами работы [153] проведена оценка мясной продуктивности помесного молодняка лошадей с жеребцами советской и владимирской

тяжеловозных пород в условиях круглогодичного выпаса. Использование для скрещивания жеребцов советской тяжеловозной породы позволило увеличить убойный выход на 3,6% и улучшить морфологический состав туши по сравнению с владимирской тяжеловозной породой.

Исследованиями, проведенными венгерскими учеными, показано влияние удобрений пастбищ на продуктивность мясных пород лошадей. По результатам двухлетнего наблюдения за пастбищами с удобрениями и без них установлено, что выпас на пастбищах с удобрениями приводят к более высокому дневному привесу жеребенка. На удобренных пастбищах привес составил в среднем 1120 граммов в сутки, тогда как на контрольных, неудобренных пастбищах – 1056 граммов [145].

Проведённые зоотехнические мероприятия в период осеннего откорма на степных пастбищах (с преобладанием ковылей, овсяницы и полыни) способствовали улучшению качества конины и увеличению её объёмов. В ходе короткого срока откорма, который составил 76 дней, молодняк, освобожденный от летней жары и изначально имевший упитанность ниже средней, достигал средних кондиций упитанности. В первые 20 дней кормления среднесуточный прирост массы жеребят составил от 1160 до 1400 граммов. При убое молодняка после осеннего откорма получали туши с высоким убойным выходом 53,8–56,5%, с увеличением выхода мяса до 78,3–82,5% и относительно низким содержанием костей 17,5–21,7% [1].

Определение качества конины 26 лошадей старшей возрастной группы разного пола показало существенные различия. Конина жеребцов отличалась повышенным содержанием сухого вещества и внутримышечного жира, а также повышенным уровнем холестерина в сопоставлении с кобылами и меринами. Жеребцы также имели самый высокий уровень pH, но статистически значимые различия наблюдались только в сопоставлении с кобылами. Показатели светлоты и желтизны конины были ниже, а жесткость меньше, чем у кобыл и мерин. При этом конина жеребцов

характеризовалось наименьшей долей полиненасыщенных жирных кислот [121].

Однако экстенсивная система выращивания оказала влияние на профиль жирных кислот в длиннейших мышцах спины. Масса туш перед убоем у самцов была несколько выше (194 кг против 184 кг у самок), при этом потери конины при термической обработке у самцов оказались значительно выше (21,50% против 14,96%). Соотношение жирных кислот омега-6 к омега-3 находилось в пределах рекомендуемых норм у обоих полов, однако у самцов оно было выше (1,83 против 1,36 у самок), что может свидетельствовать о половых различиях в липидном обмене [106].

Polidori P. et.al. [116] были проведены исследования влияния убойных возрастов (8 и 12 месяцев) 16 жеребят ослов Martina Franca на качество мяса и туш. Восемь из них были забиты в возрасте 8 месяцев со средней массой туши 101 ± 18 кг, а остальные восемь – в возрасте 12 месяцев со средней массой туши 122 ± 13 кг. Установлено, что масса туши и выход при разделке были значительно выше у жеребят, забитых в более старшем возрасте. Величина силы сдвига, характеризующая нежность мяса, была ниже у жеребят, забитых в возрасте 8 месяцев и соответствовала 54,03 Н, по сравнению с животными в возрасте 12 месяцев, у которых этот показатель равен 62,66 Н. Кроме того, содержание мышечного гликогена было выше у жеребят, забитых в возрасте 12 месяцев. В обеих группах животных выявлено высокое содержание незаменимых аминокислот и значительное количество ненасыщенных жирных кислот.

В работе авторов [141] проведена оценка влияния возраста лошадей и применения различных пищевых добавок (молочная кислота, яблочная кислота, фосфатные соли, фосфаты с розмарином) на качество конины при холодильном хранении. Эксперименты проводились на образцах длиннейшей грудной мышцы, полученных от 12 полутуш, разделённых на две возрастные группы: 4–7 лет и 8–12 лет. Применение указанных добавок при мариновании способствовало увеличению интенсивности окраски мяса, а

также снижению его жёсткости и усилия сдвига по сравнению с контрольными образцами. При этом маринад с молочной кислотой продемонстрировал наихудшие органолептические характеристики у мяса обеих возрастных групп, уступая по вкусовым показателям другим вариантам маринада.

Потребительские предпочтения при выборе конины могут варьироваться в зависимости от культурных и религиозных традиций различных народов. В таких странах, как Франция, Казахстан и Монголия, конина является традиционным продуктом и пользуется популярностью как деликатес. В некоторых регионах мира конина может рассматриваться как более здоровая альтернатива другим видам мяса, так как она богата белком, железом и другими пищевыми веществами [79].

По данным [104], длиннейшая мышца спины (*m. longissimus dorsi*) ввиду ее высокой пищевой ценности и возможности использования для приготовления пищи в домашних условиях и в сфере общественного питания (обычно в виде стейков) является наиболее ценной. Эта мышца характеризуется низким уровнем соединительной ткани, но из-за повышенной склонности к посмертному укорочению и анатомического расположения (около поверхности туши) ее нежность зависит от скорости охлаждения, а также от массы туши и количества жира.

Аминокислотный профиль конины близок к составу других видов красного мяса и включает полный набор незаменимых аминокислот, необходимых для питания человека. Конина отличается постностью и высоким содержанием полноценного белка, в котором сбалансированы такие аминокислоты, как лизин, треонин, метионин, изолейцин, лейцин и валин. Их количественное соотношение может изменяться в зависимости от сорта мяса и особенностей кормления лошадей [130].

Аминокислоты выполняют фундаментальную роль в организме: они служат строительным материалом для белков, обеспечивают восстановление тканей, рост мышечной массы, а также участвуют в синтезе ферментов и

гормонов [75]. Наличие всех незаменимых аминокислот в достаточном объёме делает конину ценным источником белка, поддерживающим мышечную массу и общее состояние здоровья. Высокая биодоступность аминокислот способствует их лёгкому усвоению и эффективному использованию в процессах роста и восстановления [88].

Особое значение имеют аминокислоты с разветвлённой цепью (BCAA) – лейцин, изолейцин и валин. Они стимулируют синтез мышечного белка и особенно полезны для спортсменов и людей, регулярно занимающихся физической активностью. Метионин участвует в обменных процессах и механизмах детоксикации, а достаточное поступление незаменимых аминокислот поддерживает иммунную систему, обеспечивая синтез антител [70].

Хотя аминокислотный состав является ключевым фактором питательной ценности конины, значимую роль играют и другие компоненты – витамины, минералы, липидный профиль и способы приготовления. Их совокупное влияние определяет высокую биологическую ценность продукта для организма человека [65; 131].

Отличительной особенностью конины по сравнению с другими видами мяса является высокое содержание гликогена. В мышечной ткани конины его концентрация составляет около 0,9 %, тогда как в говядине – от 0,3 до 0,6 %, а в свинине – до 0,2 %. Гликоген придаёт конине характерный сладковатый вкус и запах, что, с точки зрения потребителя может восприниматься как недостаток.

В то же время конина отличается высокой устойчивостью к микробиологической порче и гниению. При анаэробном гликолизе, обусловленном высоким содержанием гликогена, в мышцах накапливается значительное количество молочной кислоты. В результате снижается уровень pH, что усиливает антимикробные свойства мяса [143]. Молочная кислота замедляет рост бактерий, способствует увеличению срока хранения, а также

участвует в формировании вкуса и аромата, придавая продукту лёгкую кислотность и освежающий привкус [119; 134].

Компоненты мышечной ткани являются носителями предшественников вкуса и аромата, которые химически реагируют друг с другом во время термической обработки, формируя соединения, придающие вкус продукту [142]. Следует отметить, что в процессе созревания мяса послеубойные превращения нуклеотидов, углеводов, белков и жиров приводят к образованию предшественников вкусоароматических веществ. К ним относятся инозиновая кислота, глюкоза, неорганические фосфаты, молочная кислота, свободные аминокислоты, свободные жирные кислоты, аммиак, электролиты и другие [139; 140].

Микроструктурные исследования мышечной ткани являются важным дополнением общей картины изменения конины при технологической обработке. При оценке качества конины учитываются такие факторы, как распределение мышечных волокон по типу, содержание соединительной ткани и степень мраморности. Основу продукта составляют скелетные мышцы, которые различаются по цвету, размеру и метаболическим характеристикам. В соединительной ткани присутствуют collagen и эластин, формирующие характерную текстуру. На питательную ценность, вкусовые и кулинарные свойства конины влияет жировая ткань, представляющая собой внутримышечные и межмышечные жировые прослойки [72].

На цвет конины оказывает влияние вид, возраст и половая принадлежность животного, а также соблюдение технологии убоя, условий хранения и способ приготовления [135; 154].

Продолжительность созревания обуславливает отчетливый вкус и насыщенный цвет конины, тогда как непродолжительное созревание обеспечивает стабильность цветовых характеристик [73].

В современной научной парадигме принято считать, что созревание конины в вакуумной упаковке позволяет сохранить интенсивность окраски. Тогда как созревание с открытой поверхностью конины сопровождается

воздействием кислорода на миоглобин, что влечет за собой постепенное изменение цвета [151]. Применение маринадов и специй, а также тепловая обработка индуцируют вкус и цвет конины [144]. Цвет поверхности конины не в полной мере отражает её качественные и вкусовые характеристики [113; 125; 150].

Предпочтения в цвете могут различаться у потребителей, и влияние продолжительности и способа созревания следует рассматривать в контексте предпочтений конкретной аудитории. Цвет конины может варьировать от красного до тёмно-бордового. Оттенок, как правило, зависит от различных факторов, таких как возраст и вид животного, а также от условий его содержания и кормления. Общие характеристики цвета конины: молодняк имеет более светлый цвет, жеребятина – ярко-красный, конина взрослой лошади характеризуется насыщенно красным или тёмно-бордовым оттенком [64].

Сравнительные исследования влияния сухого и влажного созревания конины на её цветовые характеристики до настоящего времени не были предметом широкого научного обсуждения. В связи с этим представляется целесообразным дальнейшее изучение влияния процесса сухого и влажного созревания на цвет конины.

Аромат и вкус приготовленного мяса связан с различными факторами, в частности, с образованием летучих соединений, обладающих выраженным запахом. Предшественниками летучих веществ в вареном мясе являются аминокислоты, сахара, липиды и витамины [126], продукты, трансформации которых образуют аромат, характерный для различных видов животных. Образование этих соединений связано с продолжительностью созревания сырья [56] и условиями приготовления [112].

На аромат приготовленного мяса влияют ферментативные процессы, происходящие в период созревания, в результате чего повышается нежность, аромат, вкусовые и цветовые свойства продукта [149]. Увеличение

продолжительности созревания позволяет улучшить нежность мяса и вкусовые характеристики [126].

Поскольку эти характеристики, как считают авторы [74;127], оказывают большое влияние на потребительские свойства мяса, то изучение влияния созревания на консистенцию и вкусовые характеристики конины является важным направлением исследований ученых.

1.3 Современные технологии созревания мяса

Мясо является важным источником полноценных белков, незаменимых аминокислот, витаминов и минеральных веществ, играет ключевую роль в обеспечении адекватного питания человека. В условиях растущих требований к качеству и безопасности пищевых продуктов особое значение приобретает разработка мясной продукции с высокой потребительской ценностью, включающей улучшенные органолептические, технологические и функциональные характеристики.

Одним из перспективных направлений развития мясной индустрии, отражающим изменения в потребительских предпочтениях, является технология сухого и влажного созревания. Технология обеспечивает улучшение вкусовых характеристик, повышение нежности текстуры и формирование аромата мясных продуктов.

Существующий массив научных данных по говядине, баранине, свинине, мясу птицы, буйволов и ослов указывает, что сухое созревание формирует выраженные органолептические характеристики, но сопровождается высокими потерями массы. Влажное созревание сохраняет сочность, минимизирует потери массы, но в месте с тем вкус и аромат мяса становятся менее выраженными. Наблюдались различия в продолжительности созревания от 1 до 90 суток, температурных параметрах от 0 до + 4 °С, а также в выборе основных показателей качества физико–химических, органолептических, микробиологических процессов.

Обнаруженные расхождения на межвидовом уровне, не позволяют полностью оценить эффективность вышеуказанных способов. Существующая неоднозначность трактовок сдерживает внедрение результатов созревания в производстве конины.

Конина отличается от других видов мяса рядом характеристик: более высоким содержанием миоглобина, специфическим аминокислотным профилем, меньшей жирностью, тонкой структурой мышечных волокон и низкой плотностью соединительной ткани. Указанные особенности определяют иной характер биохимических и структурных изменений при созревании, что делает применение экстраполяции данных по другим видам мяса ограниченной.

Имеющиеся исследования дают лишь ориентировочные сведения и не позволяют в полной мере оценить процессы, происходящие при созревании конины. Актуальность проведения самостоятельного анализа и разработки технологии сухого и влажного созревания для конины, а также комплексной оценки её качества и безопасности не вызывает сомнений.

Превращение животных тканей в пищевой продукт в ходе автолиза сопровождается изменением физико–химических и биохимических свойств мышечных волокон, а также распадом прижизненных биологических систем. В процессе автолиза происходит созревание мяса, при котором под воздействием собственных ферментов изменяются химический состав, структура и функциональные свойства тканей [17].

Современные исследования выделяют два основных способа созревания мяса – сухой и влажный [83]. Каждый способ созревания оказывает различное влияние на органолептические характеристики, технологическую пригодность и биологическую ценность мясных продуктов, что определяет необходимость их сравнительного анализа применительно к конине.

Сухое созревание представляет собой технологический процесс, при котором туши или отдельные отрубы подвешиваются либо размещаются на

стеллажах в камере созревания. Продолжительность процесса варьирует от 28 до 55 суток, а условия включают температуру от 0 до +4 °С, относительную влажность 75–80 % и контролируемую скорость движения воздуха.

В последние годы данный способ получил широкое распространение в странах Восточной и Юго–Восточной Азии [66]. Рост интереса связан с повышенным спросом на премиальные мясные продукты и активным внедрением практики их использования в сегменте ресторанов высокой кухни.

Согласно литературным данным [94], мнения относительно эффективности способа сухого созревания мяса различаются. Процесс сухого созревания характеризуется высокой затратностью, что связано с выраженной усадкой продукта в ходе созревания (от 6 до 15 %), значительными потерями при обрезке (от 3 до 24 %), риском микробиологического загрязнения и снижением выхода мяса высших сортов. Упаковка в пакеты с высокой влагопроницаемостью рассматривается как фактор, способный положительно влиять на безопасность, качество и стабильность говядины сухого созревания при хранении.

Влажное созревание определяется как процесс созревания мяса, упакованного под вакуумом, в анаэробных условиях при контролируемых температурных режимах [94]. В отличие от него, сухое созревание предполагает хранение продукта в камерах при низкой температуре и низкой относительной влажности, что способствует улучшению нежности и вкуса [129].

В работе [69] представлены сравнительные исследования органолептических показателей трёх мышц итальянских лошадей – *longissimus lumborum* (LL), *semimembranosus* (SM) и *semitendinosus* (ST) – в процессе созревания в течение 1, 3, 6, 9 и 14 суток. Авторами установлены различия прочностных свойств мышц на 14–е сутки автолиза. С увеличением продолжительности созревания наблюдалось снижение прочностных

характеристик полусухожильной мышцы, достигающее минимального значения на 14-й день. Согласно полученным данным, наибольшей нежностью характеризовалась мышца *longissimus lumborum*. В ходе исследований выявлены изменения саркоплазматических белков указанных мышц в процессе автолиза конины. Показано, что данные белки могут рассматриваться как потенциальные биомаркеры для мониторинга послеубойных процессов и характеристики качества конины.

Tateo A. и соавт. [146] исследовали влияние продолжительности (1, 6, 9 и 14 суток) мяса жеребят вакуумного созревания на содержание летучих соединений, окислительные изменения, активность антиоксидантных ферментов и органолептические показатели. Установлено, что вакуумное созревание замедляет процессы окисления липидов, однако сопровождается окислением белков. В варёных стейках из мяса жеребят выявлены летучие соединения, среди которых преобладали альдегиды (47,18–58,81% от общего количества) и карбонильные соединения (9,32–31,99%). С точки зрения органолептических характеристик оптимальная продолжительность вакуумного созревания составляет 6–9 суток после убоя. Данные, полученные авторами, позволяют констатировать, что вакуумное созревание мяса жеребят является эффективным способом управления качеством, позволяет замедлить липидное окисление и одновременно способствовать образованию летучих соединений, формирующих аромат и вкус. Таким образом, представленные данные служат ориентиром для понимания влияния вакуумного созревания на свойства и могут быть использованы при экстраполяции результатов, связанных с процессами созревания конины взрослых животных.

В работе [117] представлены исследования химического состава, физических характеристик, профиля жирных кислот и летучих соединений мяса осли в процессе послеубойного хранения в течение 1, 8 и 15 суток. Установлено, что продолжительность созревания не оказывала существенного влияния на химический состав и цветовые параметры мяса.

Вместе с тем зафиксировано увеличение количества продуктов вторичного окисления липидов (по тиобарбитуровому числу) и снижение прочностных свойств мышечной ткани. В ходе автолиза отмечено возрастание содержания полиненасыщенных жирных кислот на 8–е и 15–е сутки. Полученные результаты показывают идентичные закономерности послеубойных изменений, связанных с окислительными процессами и динамикой жирнокислотного состава. Конина, в отличие от мяса осли, имеет более высокое содержание миоглобина, меньшее количество жира и специфический аминокислотный профиль, что определяет иной характер липидного окисления и структурных изменений мышечной ткани.

В статье [107] представлены данные о влиянии вакуумного созревания мяса осли в течение 1, 3, 6, 9 и 14 суток на накопление летучих органических соединений, протекание окислительных процессов и на изменение органолептических показателей. Установлено, что вакуумное созревание не приводит к накоплению летучих органических соединений, но сопровождается постепенным окислением липидов, деградацией и окислением белков. Тем самым, окислительные изменения прямо влияют на органолептические характеристики мяса осли, в указанный период созревания.

В работе [61] представлены результаты воздействия ферментов – папаина, бромелайна и грибковой протеазы на конину. Установлено, что растворы ферментов служили катализаторами снижения прочностных характеристик мышц, усиливали фрагментацию волокон, акцентируется деструкция эндомизия и перимизия, а также улучшение органолептических показателей конины. Зафиксированные показатели обуславливают возможность оптимизации продолжительности созревания и повышения потребительских качеств конины.

Ва Н.В. и соавт. [50] исследовали воздействие продолжительности созревания (7 и 28 суток) на длиннейшую мышцу спины (*longissimus dorsi*, LD) и полусухожильную мышцу (*semitendinosus*, ST) аборигенного скота

Кореи. Установлено, что по мере созревания в течение 28 суток снижались значения силы сдвига, тогда как интенсивность окислительных процессов возрастала. По мнению авторов, увеличение количества летучих соединений связано с окислением липидов. Результаты исследований авторов отражают общие закономерности автолитических процессов, включая снижение прочности мышечной ткани и ускорение окислительных изменений, влияющих на органолептические свойства мяса.

Испанские исследователи [52; 53] изучали влияние продолжительности автолиза мяса жеребят породы Испано–Бретон на органолептические показатели стейков, изготовленных из *longissimus thoracis et lumborum*, созревающих во влажных условиях. Установлено, что стейки, созревшие в течение 7 суток, получали более высокие оценки по вкусу и органолептическим характеристикам по сравнению с несозревшим мясом. Более длительные периоды созревания не способствовали повышению потребительской приемлемости продукта.

Результаты показали, что характеристики, связанные с текстурой, наиболее точно определялись при непосредственной дегустации: несозревшее мясо описывалось как «сухое», «жёсткое», «жевательное» и «с высоким содержанием не пережёвываемого остатка», тогда как созревшее мясо ассоциировалось с терминами «сочное», «нежное» и «легко разжёвываемое». Авторами рекомендован оптимальный период влажного созревания – 7 суток. Полученные данные подчёркивают значимость сенсорной оценки при определении оптимальной продолжительности созревания и подтверждают роль текстурных характеристик в формировании потребительской приемлемости.

В исследовании [54] рассмотрены послеубойные изменения миофибриллярных белков в мышцах *longissimus thoracis et lumborum* испано–бретонских лошадей в процессе созревания конины. Образцы упаковывались под вакуумом и хранились при температуре 4 °C продолжительность хранения составляла (0, 7, 14 и 21 суток). С применением метода

двухмерного дифференциального гель–электрофорезной микроскопии выявлено 35 белковых фракций, подвергающихся трансформациям на различных этапах. Наиболее выраженные изменения наблюдались в актинах, тропонине Т и миозин–связывающих белках, играющих ключевую роль в тендеризации. Динамика их деградации и модификации указывает на интенсивность процессов размягчения в первые 14 суток после убоя. Данные белки могут рассматриваться как потенциальные маркеры зрелости и нежности конины, что особенно актуально в условиях отсутствия унифицированных технологических подходов.

В работе [55] представлены результаты анализа жирнокислотного состава липидов и химического профиля конины 15–месячных лошадей испано–бретонской породы. Оценивалось влияние автолиза (0, 7, 14 и 21 сутки) вакуум–упакованной конины на pH, цветовые характеристики и текстуру. Содержание жира в корейке составило 3,31%, при этом уровень ω –3 полиненасыщенных жирных кислот оказался выше, чем в мясе жвачных животных.

На 14 сутки созревания цвет конины приобретал коричневый оттенок с уменьшением показателя красноты, а нежность заметно улучшалась в течение первых двух недель после убоя. Исследователи отмечают, что конина, созревшая 7 суток, может классифицироваться как «промежуточно нежная», и рекомендуют оптимальный период созревания в диапазоне 7–14 суток. Вакуумное созревание играет ключевую роль в формировании органолептических свойств и текстуры, а высокое содержание ω –3 полиненасыщенных жирных кислот отличает конину от мяса жвачных животных.

Применение результатов на разные породы и возрастные группы животных ограничено из–за различий в биохимии и морфологии мышц. Исследования испано–бретонских лошадей могут служить ориентиром в стандартизации режимов обработки.

В работе [109] представлены результаты исследования содержания жирных кислот, аминокислот и холестерина в мышцах *m. longissimus dorsi* (LD), *semimembranosus* (SM), *rectus femoris* (RF) и *semitendinosus* (ST) осла и конины. Наибольшее содержание полиненасыщенных жирных кислот как в мясе ослов, так и лошадей зафиксировано в мышце *semimembranosus*. В то же время в *m. longissimus dorsi* отмечен более высокий уровень насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот, а также более низкое содержание холестерина в конине после 1, 6 и 14 суток хранения. Наибольшее количество незаменимых аминокислот выявлено в мышце *semimembranosus* у лошади и в *m. longissimus dorsi* у осла. Авторы делают вывод, что благодаря высокому содержанию полиненасыщенных жирных кислот и незаменимых аминокислот, конина может рассматриваться как альтернатива традиционно потребляемому красному мясу (говядине, свинине, баранине). Результаты исследований подтверждают безопасность и высокую питательную ценность конины, обусловленную низким уровнем холестерина, значительным содержанием полиненасыщенных жирных кислот и незаменимых аминокислот. Полученные данные позволяют рассматривать конину как продукт с повышенной биологической ценностью и потенциальным преимуществом для здорового питания. В то же время обобщение результатов для разных пород и возрастных групп ограничено, поскольку биохимический состав мышечной ткани зависит от генетических и технологических факторов. Таким образом, исследования подтверждают перспективность конины как альтернативы традиционным видам красного мяса, одновременно подчёркивая необходимость стандартизации режимов её послеубойного созревания.

В статье [81] показано влияние типа упаковки и продолжительности созревания на качественные показатели мяса буйволов. Проведены сравнительные исследования мышцы *longissimus lumborum*, упакованной в модифицированную газовую среду (МГС), вакуум и кислородопроницаемую оболочку, созревшей в течение 7 суток. Установлено, что значения усилия

резания и тиобарбитурового числа к концу срока хранения были выше у образцов, упакованных в модифицированной газовой среде, по сравнению с другими способами упаковки. Образцы в кислородопроницаемой упаковке характеризовались меньшими потерями при тепловой обработке, но более высокими значениями амино-аммиачного азота, чем образцы в МГС и в вакууме. Авторы пришли к выводу, что упаковка в модифицированной газовой среде улучшает цвет мяса, однако сопровождается увеличением прочностных характеристик и усилением окислительных изменений липидов. В то же время хранение буйволятины в вакууме значительно снижает усилие резания. Результаты исследования показывают, что выбор типа упаковки влияет на цвет, текстуру и интенсивность окислительных изменений в мясе. Исследования по буйволятине показали роль упаковки, однако для конины требуется адаптация с учётом её биохимических особенностей.

В работе [102] исследователи сравнили три способа созревания мяса коров породы Ханву: традиционное сухое созревание (TD), упрощённое сухое созревание (SD) и упрощённое сухое созревание в мешке (SDB). Установлено, что различия в химическом составе, количестве аэробных микроорганизмов, напряжении сдвига, степени фрагментации мышечных волокон и содержании свободных аминокислот между образцами всех исследованных способов были незначительными. По показателям нежности, вкуса и общей приемлемости образцы мяса, созревшие по способам SD и SDB, оказались схожими между собой, но отличались от образцов традиционного сухого созревания (TD). Авторы делают вывод, что как SD, так и SDB могут рассматриваться в качестве альтернативы традиционному способу. При этом упрощённое сухое созревание в мешке (SDB) признано наиболее предпочтительным вариантом для говядины с низким содержанием жира. Представленные результаты подтверждают перспективность технологий сухого созревания, позволяющих снизить затраты на производство конины при сохранении органолептических характеристик.

В исследовании [62] изучены и детально рассмотрены роль продолжительности созревания (14 суток) и влияние температуры +2 °C на сроки хранения говядины породы Hanwoo. Установлено, что увеличивались водоудерживающая способность, значение тиобарбитурового числа липидов, содержание аминокислотного азота, снижались показатели светлоты (L) и усилие резания мышечной ткани при 14 сутках. Срок хранения говядины Hanwoo установлен в 9 месяцев при температуре –18 °C после 14 суток созревания.

В исследовании [63] оценивались 12 отрубов от 10 быков породы Hanwoo (возраст 25–32 месяца) в вакуумных пакетах созревания при температуре 2 °C в течение 0, 7, 14 и 21 суток на качественные и органолептические показатели. Установлено, что большинство мышц не претерпели существенных изменений показателей красноты (a) и желтизны (b) в процессе созревания. Вырезка, корейка и филейная часть характеризовались более высокой водоудерживающей способностью (58,60–62,06%), чем мышцы лопаточной части и гладкие мышцы (53,86–57,07%).

Значения усилия среза для большинства мышц снижались по мере увеличения продолжительности созревания, за исключением вырезки. При тепловой обработке наибольшие потери массы наблюдались у мышц лопаточной части, а наименьшие – у вырезки. Результаты органолептической оценки показали, что с увеличением продолжительности созревания нежность большинства мышц улучшалась, однако различий в сочности и вкусе между мышцами и сроками созревания не выявлено. Дифференцированный подход к оценке качества разных мышц необходим вследствие вариабельности их текстурных и технологических характеристик, влияющих на водоудерживающую способность и органолептику при созревании. Данные по говядине Hanwoo служат ориентиром, однако для конины требуется отдельное исследование.

Di Paolo M. и соавт. [71] придерживаются позиции, что влажное и сухое созревание обладают различной степенью релевантности, что

затрудняет объективно адаптировать их для всех анатомических частей туши. Исследование мышц *longissimus dorsi* и *semitendinosus* говядины породы Шароле, выявило, что потери массы происходили при тепловой обработке образцов влажного созревания, а у образцов сухого созревания говядины в процессе созревания. Продолжительность созревания оказывает воздействие на нежность говядины и микробиологический статус независимо от способа созревания, что подтверждается результатами текстурных характеристик и усилиями резания. Выбор способа и продолжительности созревания обуславливается анатомической частью туши, учитывает органолептические показатели потребителей и оптимально сочетает данные факторы.

Исследование процесса созревания животных разного возраста и пола (быков, коров и молодых бычков) получило глубокое теоретическое осмысление в работе Song Z. и Hwang I. [138]. Определяли свойства говядины Hanwoo на pH, прочностные характеристики, степень мраморности, цвет и толщину жира. Установлено, что увеличение продолжительности созревания от 3 до 21 суток способствует повышению нежности говядины, отмечаются выраженная мраморность и толщина жира у коров и бычков по сравнению с быками, а их говядина отличается нежностью. Мясо быков характеризовалось жёсткостью, меньшей сочностью и вкусом, в жире наблюдалось повышенное содержание полиненасыщенных жирных кислот и меньше мононенасыщенных, по сравнению с мясом бычков и коров. Таким образом, возраст, пол животного и продолжительность созревания непосредственно влияют на показатели говядины Hanwoo. Данные факторы принципиальны для оценки качества мяса, так как они определяют текстуру и другие органолептические характеристики, включая мраморность.

В статье [82] изучено влияние влажного созревания на характеристики мяса буйволов–быков. Образцы мышц *longissimus lumborum* (LL) и *gluteus medius* (GM) созревали в течение 7, 14, 21, 28 и 35 суток. Определялись показатели pH, цвет, содержание метмиоглобина (MetMb), потери при варке,

водоудерживающая способность, индекс фрагментации миофибрилл, сила сдвига и органолептические характеристики. В процессе послеубойного хранения наблюдалось увеличение значений pH, координат цвета (краснота a^* и желтизна b), показателя цветности и содержания метмиоглобина как в мышце *longissimus lumborum* (LL), так и в *gluteus medius* (GM). При этом показатель светлоты (L) и угол оттенка (h^*) оставались практически неизменными. В ходе созревания снижалась водоудерживающая способность и возрастали потери при варке. Одновременно увеличивался индекс фрагментации миофибрилл и снижалась сила сдвига. С удлинением периода созревания улучшались органолептические характеристики мяса. Авторы установили, что оптимальная продолжительность созревания составляет 21 сутки для мышцы *gluteus medius* и 28 суток для мышцы *longissimus lumborum*.

Особое место в изучении влияния продолжительности сухого созревания 40 – 60 суток и относительной влажности 75–80% на микробиологическую безопасность говядины занимает работа [128]. Установлено, что длительность созревания уменьшает риск присутствия дрожжей и плесневых грибов (*Candida sp.*, *Cladosporium sp.*, *Rhodotorula sp.*), отдельные виды грибов влияют на вкус и аромат говядины. Продолжительность сухого созревания непосредственно оказывает воздействие на качество и безопасность говядины.

Среди широкого круга публикаций стоит выделить работу [124], посвященную изучению продолжительности сухого созревания 1, 14, 21, 35, 60 и 90 суток и ее влияния на физико–химические, микробиологические и органолептические свойства мяса. Установлено, что патогенные микроорганизмы отсутствуют, что сопровождается повышением pH и снижением активности воды. Органолептическая оценка выявила, что сухое созревание обеспечивает высокие качественные показатели мяса. Длительное сухое созревание требует строгого контроля микробиологических и физико–химических показателей, определяющих безопасность и органолептические свойства мяса. Учитывая отличительные свойства конины в ходе созревания

необходимо изучить динамику активности воды и изменение величины рН. Указанные обстоятельства предопределяют важность разработки специализированных подходов к контролю и стандартизации созревания конины.

В работе [132] изучалось влияние шести способов созревания говядины (четыре типа влагопроницаемой упаковки, влажное и сухое созревание) в течение 7 и 14 суток на физико–химические свойства мяса. Установлено, что с повышением влагопроницаемости упаковки и увеличением продолжительности созревания возрастали потери массы, повышалась обсеменённость аэробными микроорганизмами, увеличивалось количество дрожжей и плесени. При этом снижались прочностные и когезионные свойства мяса.

В образцах говядины сухого созревания показатели светлоты (L) и желтизны (b) снижались по сравнению с другими вариантами. В течение 7 и 14 суток фиксировалось значительное уменьшение содержания влаги. Более высокий индекс фрагментации миофибрилл отмечен именно при сухом созревании по сравнению с образцами во влагопроницаемой упаковке.

Результаты подчёркивают значимость выбора способа созревания и типа упаковки для управления физико–химическими и микробиологическими показателями мяса.

Marie–Pierre E.–O. и соавт. [108] совместно изучили влияние сухого созревания продолжительностью 7, 16, 35 и 60 суток на мышцу *longissimus thoracis*. Установлено, что в процессе созревания изменяется содержание сухого вещества, несущественно повышается величина рН, цветовые координаты желтизны и красноты снижаются после 14 суток, в реологических свойствах отмечается снижение вязкости до 35 суток сухого созревания. Исследования цветовых характеристик, концентрации ионов водорода и реологических показателей говядины в процессе созревания позволяют найти методологический подход при изучении влияния сухого созревания конины на ее свойства.

Материалы, представленные в [90], посвящены изучению влияния способов сухого и влажного созревания в течение 20 и 40 суток на физико–химические и органолептические показатели мышц верхней части (четырёхглавая мышца бедра) и голени бычков. Установлено, что способ созревания не оказывает влияния на содержание влаги в обеих мышцах. Согласно полученным данным, сила сдвига говядины сухого созревания значительно ниже по сравнению с образцами мяса влажного созревания. При сухом созревании в мышечной ткани голени фиксируется большее содержание свободных аминокислот, чем в мышцах верхней части. На основании данных, полученных с помощью электронного носа, авторы сделали вывод, что сухое созревание улучшает вкусовые свойства, солёность и нежность продукта по сравнению с влажным созреванием. Публикации свидетельствуют, что формирование органолептических и текстурных характеристик мяса напрямую зависит от способа созревания. Особенности свойств конины, безусловно, влияют на накопление свободных аминокислот, изменение прочностных свойств и органолептических показателей мяса в процессе созревания.

Известно, что на качество мяса влияет широкий спектр факторов – от характеристик животных (порода, генетическое наследие) до условий убоя и послеубойного хранения. В статье [57] представлены результаты исследований быков породы Nellore. Проведена оценка массы парной туши, подлопаточной части и толщины жира, мраморности, цвета, потерь при созревании в течение 7 и 14 суток, усилия сдвига и потерь при тепловой обработке. На основании полученных данных авторы делают вывод, что использование быков данной породы способствует получению мяса с высокими показателями качества и рекомендуют её для разведения.

В статье [111] приведена сравнительная характеристика влияния сухого и влажного созревания на микробный профиль и физико–химические показатели филейной части быков двух пород: отбракованных коров фризской породы и породы коров Sardo Bruno. Образцы мяса, полученные от

фризских коров, исследовались начиная с первых суток после убоя и через 7, 14 и 21 сутки, а образцы от крупного рогатого скота породы Sardo Bruno – через 28 и 35 суток.

Установлено, что при влажном созревании количество микроорганизмов *Pseudomonas spp.* было ниже по сравнению с сухим созреванием у туш обеих пород. В то же время мясо, подвергнутое сухому созреванию, характеризовалось более высоким уровнем pH по сравнению с образцами влажного созревания на протяжении всего исследуемого периода. Показатель активности воды не имел существенных различий между способами созревания.

Авторы подчёркивают критическую важность строгого соблюдения гигиенических норм на всех этапах производства и послеубойного хранения мяса, предназначенного для созревания.

Как следует из представленного материала, способ созревания определяет физико–химические и микробиологические показатели мяса. Специфический химический состав конины может повлиять на характер изменения pH мяса, активность воды и микробиоты в ходе созревания.

В работе [110] изучено влияние сухого созревания мяса бычков–буйволов, откормленных по двум различным рационам: контрольному (CTL) – без райграса, включавшему 67% травяного силоса и 33% концентрата (кукурузная, пшеничная и рапсовая мука), и экспериментальному (FRS) – с добавлением райграса, смеси семян рапса и морских водорослей, ферментированной лактобациллами. Образцы полусухожильной мышцы и длиннейшей мышцы спины подвергались созреванию в камере с контролируемой средой в течение 30–60 суток.

Установлено, что через 30 суток цвет мышц группы CTL не претерпевает заметных изменений, тогда как в группе FRS фиксируются выраженные изменения цветовых показателей. Полученные результаты показали, что рацион FRS положительно влиял на текстурные свойства и нежность полусухожильной мышцы по сравнению с диетой CTL.

Как видно из представленного материала, формирование качества мяса в процессе созревания во многом зависит от кормовых факторов.

Ali M. и соавт. [48] провели сравнительные исследования физико–химических характеристик, окислительных изменений липидов и микробиологической обсеменённости бескостной филейной части (*gluteus medius*) и стейков на кости (*infraspinatus*) корейского скота Hanwoo Steer при сухом созревании в течение 28 суток. Установлено, что независимо от вида мышц сухое созревание способствовало увеличению содержания белка и повышению водоудерживающей способности мышечной ткани. При этом содержание жира и цветовые характеристики (краснота a^* и желтизна b^*) оставались неизменными. Результаты показали, что сухое созревание увеличивало содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) и насыщенных жирных кислот (НЖК) в обеих мышцах. Авторами констатировано увеличение содержания свободных аминокислот, в том числе аминокислот вкуса, с одновременным быстрым накоплением горьких аминокислот. Авторы обосновали, что стейк *gluteus medius* по функциональным показателям и окислительной стабильности превосходит стейк *infraspinatus*.

В труде [136] уделялось значительное внимание сухому созреванию полутуш породы Марчиджана, при следующих параметрах среды: температуре 0 °C и относительной влажности 68–70%. Продолжительность созревания повышала нежность, интенсивность окислительных изменений липидов снижалась, зафиксированы прогрессирующие потери массы.

В работе [147] представлены результаты исследований изменения свойств мяса Wagyu в процессе влажного созревания. Образцы мышц *longissimus thoracic* (Loin) и *adductor* (Round) упаковывали под вакуумом и хранили в охлаждённом виде до 40 суток. Установлено, что в процессе влажного хранения происходили изменения метаболитов, влияющих на вкусовые характеристики мяса: увеличивалось содержание глутаминовой кислоты, тогда как креатинин и инозиновая кислота быстро распадались. Что

касается липидного состава, влажное созревание способствовало увеличению количества свободных жирных кислот, в частности полиненасыщенной линоленовой кислоты. Влажное созревание говядины Wagyu показало воздействие на формирование органических кислот, свободных жирных кислот и аминокислот при хранении в охлажденных условиях. Опубликованные материалы свидетельствуют о том, что метаболические изменения при влажном созревании определяют вкус и аромат мяса, однако для конины таких данных не обнаружено, что диктует необходимость проведения исследований.

В статье [122] исследуется влияние традиционного органического рациона на качество мяса телят гибридов Лимузен × Авиленья. Животных кормили по трём схемам: F100 – 100% фураж, F74 – 74% фураж, F35 – рацион с соломой (35%) и концентратом (65%). Установлено, что увеличение доли травы в рационе снижает интенсивность окисления липидов, способствует росту содержания непредельных жирных кислот ω -3 и насыщенных жирных кислот, а также повышает усилие сдвига.

В образцах мяса животных, получавших рацион F100, фиксировалось более высокое содержание жира и меньшее содержание влаги. С увеличением продолжительности созревания образцов F100 улучшались физико-химические и органолептические показатели мяса, а также его питательная ценность. Авторы рекомендуют продолжительность созревания не менее 14 суток для достижения оптимальных характеристик. Фактор кормления влияет на биохимический состав и органолептические показатели мяса, а также на процесс созревания.

В работе [77] исследовалось влияние насыщения миоглобина кислородом перед замораживанием и продолжительности хранения на цвет замороженной говядины. Подготовленные стейки распределялись по уровню оксигенации: дезоксигенированные (DeOху, упакованные сразу после разделки), насыщенные кислородом (Оху, экспонированные на воздухе 30 минут) и высоко насыщенные кислородом (HiOху, упакованные на 24 часа

при 80% O₂). Вакуумировали стейки в кислородопроницаемую и кислородонепроницаемую упаковку, далее замораживали при температуре – 5 °С. По завершении 2, 4 и 6 месяцев осуществляли комплексный анализ координат цвета (L*, a*, b*), коэффициента красноты a*/b*, цветовых различий (E*), окисление липидов и содержание оксимиоглобина, метмиоглобина и дезоксимиоглобина. По результатам исследования выявлено, что стейки HiOxy в кислородопроницаемой упаковке показали высокие значения красноты (a*), имели цветовые различия (E*) через 20 суток хранения в течение 6 месяцев, а содержание оксимиоглобина в течение 6 месяцев оставалось стабильно высоким. Стейки HiOxy в кислородонепроницаемой упаковке демонстрировали низкие значения метмиоглобина. Стейки DeOxy характеризовались снижением оксимиоглобина и повышением метмиоглобина, визуально не сохранили цвет в течение исследуемого периода. Вишнёво–красным цветом и высоким уровнем окисления липидов обладали стейки Oxy в течение 20 суток. Результаты исследования подтвердили влияние предварительной оксигенации миоглобина на визуальную привлекательность мяса в процессе созревания и хранения.

Обобщая результаты проведенных исследований, можно проследить четкую взаимосвязь способа созревания и его продолжительности с физико–химическими изменениями, структурными и биохимическими процессами, органолептическими показателями, микробиологическим статусом и восприятием потребителя. Таким образом, рассмотренные показатели в сочетании с исходными условиями (кормление, порода, возраст, анатомические части туши, упаковка) оказывают комплексное воздействие на качество и безопасность мяса при созревании.

Совокупность результатов созревания по другим видам мяса формирует концептуальный задел и создает предпосылки для всестороннего изучения сухого и влажного созревания конины.

1.4 Заключение по главе 1. Обзор литературы

Обобщение теоретических и эмпирических данных, представленных в отечественных и зарубежных источниках, позволяет констатировать, что в современных промышленных условиях успешно реализуются сухой и влажный способы созревания мяса. Каждый из указанных способов характеризуется выраженной технологической эффективностью. Вместе с тем фиксируется стабильная тенденция к росту потребительских предпочтений в отношении конины сухого и влажного созревания.

В научной литературе представлены отдельные исследования, посвящённые потребительским и функционально–технологическим характеристикам конины, полученной способом сухого и влажного созревания. В отечественной научной практике применение данных способов изучено недостаточно, а технологии послеубойного созревания конины в условиях сухого и влажного хранения остаются несистематизированными и неадаптированными к условиям отечественного производства. Проведение комплексных исследований, направленных на изучение механизмов автолиза и трансформации мышечной ткани, позволит восполнить существующий научно–технологический пробел, повысить физико–химические, структурные и потребительские характеристики конины, а также разработать и внедрить эффективные технологические решения, соответствующие требованиям национальной стандартизации и современного мясного производства.

В соответствии с результатами исследований [21], Республика Казахстан располагает устойчивой сырьевой базой для производства конины. Рост поголовья лошадей, увеличение объёмов убоя и расширение экспортного потенциала формируют благоприятные условия для внедрения современных технологий послеубойного созревания конины с использованием как влажного, так и сухого способа.

ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Организация исследований

Диссертационная работа выполнена на кафедре естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО «Южно–Уральский государственный аграрный университет». Исследования процессов сухого и влажного созревания конины проводились в межкафедральной учебной лаборатории ФГБОУ ВО «Южно–Уральский государственный аграрный университет», в научно–образовательном центре «Промышленные биотехнологии» ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», в научно–исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов АО «Алматинский технологический университет» и микробиологической лаборатории РГУ «Департамент санитарно–эпидемиологического контроля Костанайской области».

Практическая реализация технологии сухого и влажного созревания конины проводилась на базе предприятия общественного питания ИП Утельбаев М.М. (ресторан «Терра», г. Костанай, Костанайская область, Республика Казахстан), что позволило апробировать разработанные подходы в условиях реального производственного процесса.

2.2 Объекты и методы исследования

В рамках экспериментальной части работы были определены объекты исследования, соответствующие целям и задачам диссертации.

Материалом исследования служили туши двух кобылок – помесей кушумской породы лошадей в возрасте до 24 месяцев, выращенных на естественных пастбищах с последующим откормом в течение 2–3 месяцев перед убоем. Помеси кушумской породы получили широкое

распространение в Северном Казахстане, характеризуются устойчивостью к резко континентальному климату, высокой интенсивностью роста и содержанием внутримышечного жира.

Половозрастная структура животных обусловлена сбалансированной динамикой развития, достаточной нежностью, гармоничным соотношением белкового и жирового состава. Формирование животных позволило соблюдать рациональное соотношение живой массы и качества конины, достичь гомогенности, воспроизводимости и межпартионной устойчивости.

Для обеспечения достоверности и формирования релевантной базы данных о качестве конины, по истечении установленного периода откорма осуществлены экспериментальный убой и первичная переработка. Работы проводились в производственных условиях ИП Именалин (город Костанай), с соблюдением действующего национального стандарта СТ РК ЕЭК ООН (1) – 2012 Конина. Туши и отрубы.

Средний послеубойный выход составил 52 %, что соответствует нормативным значениям для животных 1 категории упитанности. Средняя живая масса каждой лошади составила 337 кг, общая – 674 кг.

Туши предварительно охлаждали в холодильной камере при температуре 2–5 °С в течение 24 часов. После охлаждения проводили органолептический осмотр и тепловую обработку (варку) образцов конины в воде для предварительной оценки качества, с целью установления соответствия требованиям СТ РК 1731–2007, ГОСТ 7299–2015 и ГОСТ 32225–2013. Головы дополнительно исследовали на сеп и радиационный фон согласно приказу МСХ РК № 7–1/587 от 29.06.2015. По результатам ветеринарно–санитарной экспертизы туши признаны безопасными и соответствующими нормативам качества.

В качестве объекта исследования использовали длиннейшую мышцу спины конины (*m. longissimus dorsi*), анатомически выделенную из спинно–поясничного отруба путём отсечения от остистых и поперечных отростков позвонков после завершения охлаждения полутуш. Мышца представляет

собой парную, симметричную, цельномышечную структуру, расположенную вдоль позвоночного столба. Мышца относится к аутохтонной мускулатуре, обеспечивает выпрямление туловища, характеризуется выраженной продольной ориентацией волокон, незначительным удельным весом соединительной и жировой тканей и высокой биологической ценностью.

Путем анатомической разделки двух полутуш конины были получены два спинно–поясничных отруба средней массой по $27,25 \pm 0,25$ кг. Совокупная масса исследуемого сырья составила $54,5 \pm 0,5$ кг. В результате анатомической разделки из каждого отруба получены по две мышцы *m. longissimus dorsi* – левая и правая, всего четыре мышцы. Общая масса полученных мышц составила $13,6 \pm 0,2$ кг (в среднем по $3,4 \pm 0,1$ кг каждая). В дальнейшем данные мышцы рассматривались как цельномышечные полуфабрикаты, предназначенные для проведения исследования по сухому и влажному созреванию. Образцы случайным образом распределяли между группами созревания продолжительностью 14 и 21 сутки, что обеспечивало сопоставимость условий и исключало влияние индивидуальных морфологических различий. Остальная часть отрубов (в среднем по $20,45 \pm 0,25$ кг) в исследовании не использовалась.

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 $+1...+2,5$ °С, относительной влажности воздуха 60–75 % и скорости движения воздуха 0,5–2,5 м/с. Параметры обеспечивали равномерное высыхание мышечной ткани, формирование корки, минимизацию потерь влаги и ограничение развития нежелательной микрофлоры [28]. Для снижения влажности и контроля

микробной активности применялась гималайская соль, которая также формировала характерный вкус созревшего мяса [60].

Влажное созревание осуществлялось при температуре $+1...+3^{\circ}\text{C}$, относительной влажности не выше 90 % и скорости движения воздуха 0,2–7,0 м/с в вакуум–упаковке из полиамид – полиэтиленовой пленки толщиной 120 мкм. В условиях вакуумирования ингибировалась жизнедеятельность аэробных микроорганизмов и обеспечивало сохранение органолептических свойств [29; 71].

Техническое обеспечение эксперимента включало в себя камеру сухого созревания Samaref «dry-aging» (SAMAREF DE 700 RFPVBK, Италия), вакуум – установку Turbovac (ST – 320, Нидерланды), холодильная камера Polair (CC214 – S, Россия) для влажного созревания, что обеспечивало тем самым поддержание заданных режимов с высокой степенью точности и воспроизводимость условий эксперимента.

Для установления закономерностей влияния способа и продолжительности созревания конины, в качестве референсного объекта, характеризующего условно–исходное состояние и не подвергавшегося созреванию был принят контрольный образец (1 сутки).

Выбор временных интервалов 14 и 21 сутки для сухого и влажного созревания основан на анализе научно–технической литературы и на структурно–механических характеристиках конины, включая низкий индекс нежности по сравнению с говядиной, высоким содержанием соединительной ткани и строением мышечных волокон. Указанная продолжительность позволяет проследить динамику формирования нежности и зафиксировать этапы становления органолептического профиля.

В работах ряда авторов [27; 28; 30] подчеркивается, что оптимальная продолжительность созревания составляет 7–14 суток, указанные интервалы свойственны мясу жеребят и 15 месячных животных. Возрастной статус (24 месяца) помесей кушумской породы лошадей обуславливает необходимость длительность созревания для формирования целевых показателей

консистенции и повышения потребительских характеристик. Схема реализации эксперимента представлена на Рисунке 7.

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



Рисунок 7 – Схема проведения эксперимента

В последующем производили предварительную зачистку и подготовку к технологической обработке, а также транспортировку и хранение в соответствии с нормативными документами. Второй этап был посвящен исследованию способов сухого и влажного созревания конины и продолжительностью 14 и 21 сутки конины, тепловой обработке стейков, комплексной оценке качества и безопасности готовой продукции. На заключительном этапе разработана техническая документация, проведена

промышленная апробация технологии сухого и влажного созревания. Апробация подтвердила техническую состоятельность, эффективность и воспроизводимость технологии.

Применяемые методы были отобраны с учётом специфики объекта исследования, что позволило обеспечить комплексную оценку показателей качества конины на различных этапах технологического процесса.

Методологической основой диссертационной работы стали следующие методы:

1. *Активная кислотность (pH)*: концентрацию ионов водорода определяли потенциометрическим методом с помощью рН-метра модели РН-100 АТС (Votcraft, Германия), снабжённого стеклянным электродом и электродом сравнения.

2. *Потери массы*: определяли методом взвешивания образцов и расчётом величины потерь относительно исходной массы (%).

3. *Водосвязывающая способность и пластичность*: определяли по методике Грау Р. и Хамма Р., 1956 г., в модификации Воловинской В.И. и Кельмана Б. (ВНИИМП) [9].

4. *Индекс атерогенности и тромбогенности*: расчётным методом на основании результатов определения жирнокислотного состава [148].

5. *Переваримость пищеварительными ферментами белков in vitro*: определяли по методу Покровского А.А. и Ертанова И.И. в модификации ВНИИМП. Накопление низкомолекулярных продуктов гидролиза фиксировали спектрофотометрическим методом и выражали в мг тирозина / на г ткани [31].

6. *Коэффициенты биологической ценности*: аминокислотную сбалансированность мяса устанавливали по показателям: коэффициенту утилитарности белка, показателю сопоставимой избыточности аминокислотного состава, коэффициенту различия аминокислотного сора (КРАС), определяемому суммированием всех различий скоров и их

усреднением путём деления суммы на число позиций аминокислот (восемь) в эталоне белка ФАО/ВОЗ: $KPAC = \Sigma (C_i - 100) / 8$ [19].

7. *Содержание молочной кислоты*: определяли методом капиллярного электрофореза на приборе Капель–105–М (АО «Люмэкс», Россия). Метод основан на извлечении органических кислот из проб дистиллированной водой, дальнейшем разделении анионных форм органических кислот вследствие различий их электрофоретической подвижности в процессе миграции по кварцевому капилляру в электролите под действием электрического поля. С последующей регистрацией разницы оптического поглощения электролитом и анионных форм определяемых компонентов в ультрафиолетовой области спектра [16].

8. *Энергетическая ценность*: определяли расчётным путем по содержанию белков, жиров и углеводов [30].

9. *Усилие резания*: определяли на приборе конструкции Уорнера–Брацлера измерением величины усилия, необходимого для разрезания образца правильной формы размером 10×20 мм при приложении нагрузки на режущий инструмент. Лезвие толщиной 1×10^{-3} м установлено перпендикулярно направлению его перемещения, заточено под малым углом (15°). Показания фиксировались по динамометру.

10. *Массовая доля белка*: по ГОСТ 25011–2017.

11. *Массовая доля влаги*: по ГОСТ 33319–2015.

12. *Массовая доля жира*: по ГОСТ 23042–2015.

13. *Массовая доля золы*: по ГОСТ 31727–2012.

14. *Цветовые показатели (Lab)*: определяли методом неразрушающего контроля в системе МКО (1931 г.). Координаты цвета фиксировали с помощью колориметра Minolta CR–400 (Осака, Япония), установленного с осветителем D65, угол наблюдения – 2° . Колориметр осуществлял запись и распечатку среднего значения шести показаний для каждого образца. Калибровка проводилась ежедневно с использованием абсолютно белого

образца. Расчёты производили на основе уравнения, приведённого в Руководстве по измерению цвета мяса Американской ассоциации мясников.

15. *Гистологические исследования*: по ГОСТ 19496–2013.

16. *Жирнокислотный состав*: определяли методом хроматографии с использованием газового хроматографа Кристал люкс–4000М (ООО НПФ «Мета–хром», Россия).

17. *Йодное число внутримышечной жировой ткани*: определяли по ГОСТ ISO 3961–2020 (метод расчёта йодного числа по данным жирнокислотного состава, определённого с помощью газовой хроматографии метиловых эфиров жирных кислот).

18. *Аминокислотный состав*: определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по ГОСТ 34132–2017.

19. *Макро– и микроэлементы (Ca, P, Ni, Cr, Co, Mg, Mn, Fe, Pb, Cd, Zn, Cu)*: определяли спектрометрически на эмиссионном и адсорбционном спектрометре с атомизацией в пламени «Квант 2А».

20. *Количество мезофильных аэробных и факультативно–анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ)*: определяли по ГОСТ 10444.15–94.

Наличие патогенных микроорганизмов определяли по следующим нормативным документам:

21. *Salmonella spp.* – ГОСТ 31659–2012 (ISO 6579–2002),

22. *Listeria monocytogenes* – ГОСТ 32031–2022,

23. *Бактерии группы кишечной палочки (БГКП)* – ГОСТ 31747–2012,

24. *Proteus spp.* – ГОСТ 28560–90,

25. *Дрожжи и плесневые грибы* – ГОСТ 10444.12–2013,

26. *Молочнокислые микроорганизмы* – ГОСТ 10444.11–2013.

27. *Органолептическая оценка*: проводили по ГОСТ 9959–2015.

Статистическая обработка результатов: Все эксперименты проводились в трёх повторностях. Результаты представлены в виде среднего значения $\pm$ стандартного отклонения ($X \pm SD$). Для оценки достоверности различий между группами использовался парный *t*–критерий Стьюдента.

Различия считались статистически значимыми при уровне вероятности $p < 0,05$. В таблицах статистически достоверные различия обозначены буквенными индексами (^a, ^b, ^c), комбинации букв (^{ab} или ^{bc}) указывают принадлежность к нескольким подгруппам. Все методы выполнялись с соблюдением требований метрологического контроля, что обеспечивало воспроизводимость и надёжность полученных данных.

Использование комплекса методов и многократная повторность позволили получить достоверные данные о физико–химических, биохимических, микробиологических, органолептических, структурно–механических и микроструктурных характеристиках конины в процессе сухого и влажного созревания.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КОНИНЫ СУХОГО И ВЛАЖНОГО СОЗРЕВАНИЯ

В данной главе представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на изучение влияния способов (сухого и влажного) и продолжительности созревания (14 и 21 сутки) на показатели качества и безопасности конины. Проведена оценка физико–химических, структурно–механических, химических, аминокислотных, жирнокислотных, микробиологических характеристик и цветовых показателей конины.

3.1 Исследование физико–химических показателей конины сухого и влажного созревания

Физико–химические показатели являются важными характеристиками качества мясного сырья, отражающими интенсивность биохимических процессов, протекающих в мышечной ткани при созревании. К основным показателям, характеризующим данные изменения, относятся активная кислотность (рН), водосвязывающая способность (ВСС) и содержание молочной кислоты. В связи с этим в данном разделе было изучено влияние **способа созревания** (сухого и влажного) и его **продолжительности** (14 и 21 сутки) на изменение физико–химических показателей конины.

На Рисунке 8 представлены данные об изменении значений рН, водосвязывающей способности (ВСС) и молочной кислоты конины в процессе сухого и влажного созревания.

Анализ полученных результатов позволяет оценить характер изменений физико–химических показателей конины в зависимости от способа и продолжительности созревания, относительно контрольного образца. Согласно данным Рисунка 8, в сухой конине через 14 суток рН снизился с 5,78 до 5,76, что соответствует абсолютному изменению на 0,02 единицы ($\approx 0,35\%$ от исходного значения, контроль). Через 21 сутки рН

составил 5,68, уменьшившись на 0,10 единицы ($\approx 1,73\%$). В влажной конине снижение происходило более интенсивно: на 14 сутки pH уменьшился с 5,78 до 5,54 (абсолютное изменение 0,24 единицы, $\approx 4,15\%$), а к 21 суткам – до 5,28 (изменение 0,50 единицы, $\approx 8,65\%$). Более глубокие гликолитические изменения наблюдаются при влажном созревании по сравнению с сухим созревaniem. Для наглядного представления динамики изменения показателей конины данные приведены также графически (Рисунок 8).

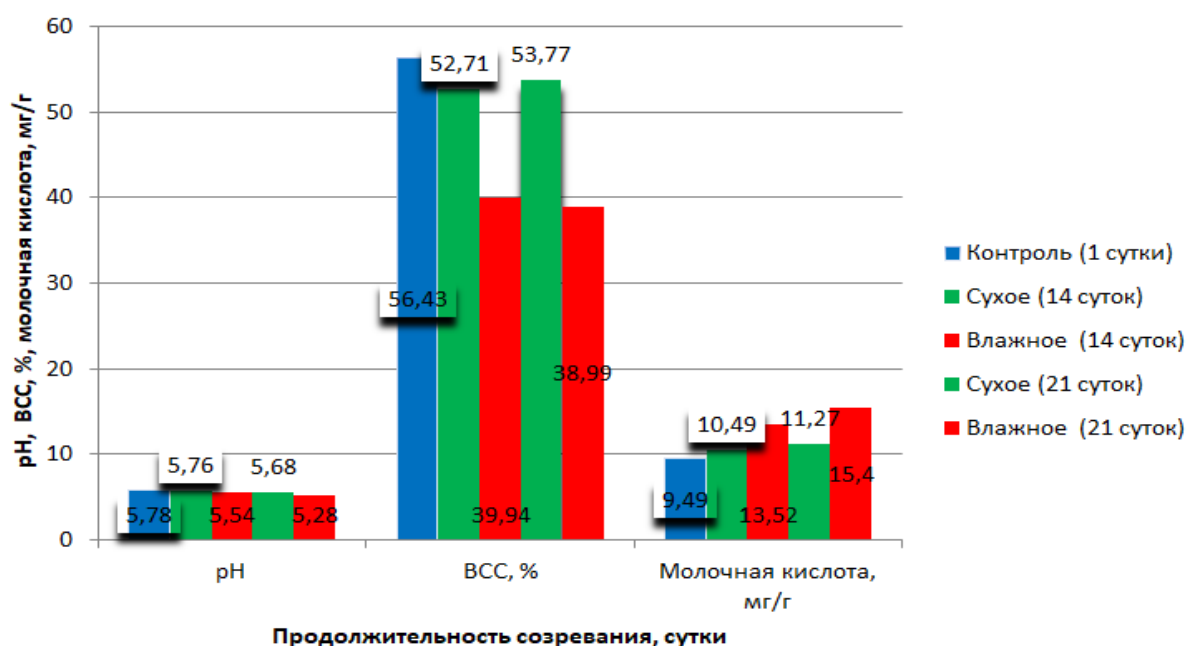


Рисунок 8 – Влияние способа и продолжительности созревания на физико–химические показатели конины (pH, BCC, содержание молочной кислоты)

Результаты исследований согласуются с данными, приведёнными в [72; 104], в которых также отмечено снижение pH при созревании. Полученные результаты подтверждают влияние способа и продолжительности созревания на изменение активной кислотности конины по сравнению с исходным (контрольным) состоянием. В связи с отсутствием сведений по изменению показателей pH и BCC конины в ходе сухого созревания для сравнения использованы результаты, полученные при изучении говядины. Данные автора согласуются с результатами, представленными в [93].

В упакованной конине влажного способа созревания в отсутствие кислорода активно развиваются бактерии рода *Lactobacillus*, которые превращают гликоген в молочную кислоту. Поэтому конина влажного созревания имеет более низкое значение pH и **характеризуется более выраженной кислотностью среды** по сравнению с кониной **сухого способа созревания**, при котором преобладают микроорганизмы рода *Pseudomonas*, не способствующие подкислению среды [62; 91; 98].

При сухом созревании снижение ВСС происходило умеренно по сравнению с контрольным образцом (1 сутки): через 14 суток показатель уменьшился на 3,72 единицы (с 56,43 до 52,71 %, снижение на 6,6 %), а через 21 сутки – на 2,66 единицы (до 53,77 %, снижение на 4,7 %). Таким образом, при сухом способе созревания и увеличении продолжительности процесса до 21 суток изменения влагоудерживающей способности носили относительно умеренный характер.

При влажном созревании динамика была значительно более выраженной относительно контрольного образца: через 14 суток ВСС снизилась на 16,49 единицы (до 39,94 %, снижение на 29,2 %), а через 21 сутки – на 17,44 единицы (до 38,99 %, снижение на 30,9 %). Полученные данные свидетельствуют о том, что способ созревания оказывает существенное влияние на изменение ВСС, при этом увеличение продолжительности созревания до 21 суток усиливает наблюдаемые изменения.

Образование фрагментированного белка и высокая степень протеолиза приводит к понижению ВСС конины влажного созревания к 21 суткам [92; 100; 101]. Wood J.D. [152] установил, что повышенное содержание в мышцах животных внутримышечного жира коррелирует влагоудерживающей способностью.

Молочная кислота оказывает значимое воздействие на созревание конины, вместе с тем, эффективность её образования напрямую коррелирует с необходимым количеством гликогена. На 21 сутки влажного созревания

концентрация молочной кислоты увеличилась на 62,3 %, относительно контроля, что на 43,5 % превышает уровень сухого созревания. Выявлена выраженная положительная корреляция между концентрацией ионов водорода, характеризующей уровень подкисления среды и содержанием молочной кислоты.

Таким образом, установлено, что способ и продолжительность созревания оказывают значительное влияние на физико–химические показатели конины. Сухое созревание обеспечивает более стабильные показатели, сопровождаясь умеренным снижением pH и сохранением влагоудерживающей способности. Влажное созревание характеризуется более интенсивным накоплением молочной кислоты, что приводит к выраженному снижению pH и уменьшению ВСС. Выявленные различия между способами созревания статистически достоверны ($p < 0,05$).

3.2 Исследование структурно–механических и микроструктурных показателей конины сухого и влажного созревания

Нежность является одним из важных факторов, влияющих на восприятие потребителями мясных продуктов (Kristensen L., Purslow P.P.) [95]. Нежность конины, как и любого другого вида мяса, определяется многими факторами. По сравнению с говядиной, свининой, бараниной структура мышечной ткани у конины более плотная, отличается большей связностью и твердостью за счет типа мышечных волокон. Мышечные волокна тонкие, с вкраплениями жировой ткани, что обеспечивает характерный эффект мраморности. Мясо жеребят и молодых лошадей, однако, имеет более нежную структуру и лучше переваривается ферментами желудочно–кишечного тракта, чем говядина или свинина. Следует отметить, что конина, полученная после убоя, относительно твердая, связная и не обладает нежностью. Недостаточная нежность этого вида мяса, в отличие от иных видов, обусловлена более высоким уровнем белков соединительной

ткани, а также более высокой термостойкостью внутримышечного коллагена. В настоящей работе нежность конины оценивали по усилию резания на приборе конструкции Уорнера–Брацлера [143].

В связи с этим в данном разделе было изучено влияние способа (сухого и влажного) и продолжительности созревания (14 и 21 сутки) на структурно–механические и микроструктурные показатели конины. Контрольный образец (1 сутки) использовался для оценки исходного состояния конины, не подвергавшейся созреванию, что позволяет сравнивать влияние способов и продолжительности созревания на прочностные свойства мяса.

Результаты исследования структурно–механических показателей конины сухого и влажного созревания приведены на Рисунке 9.

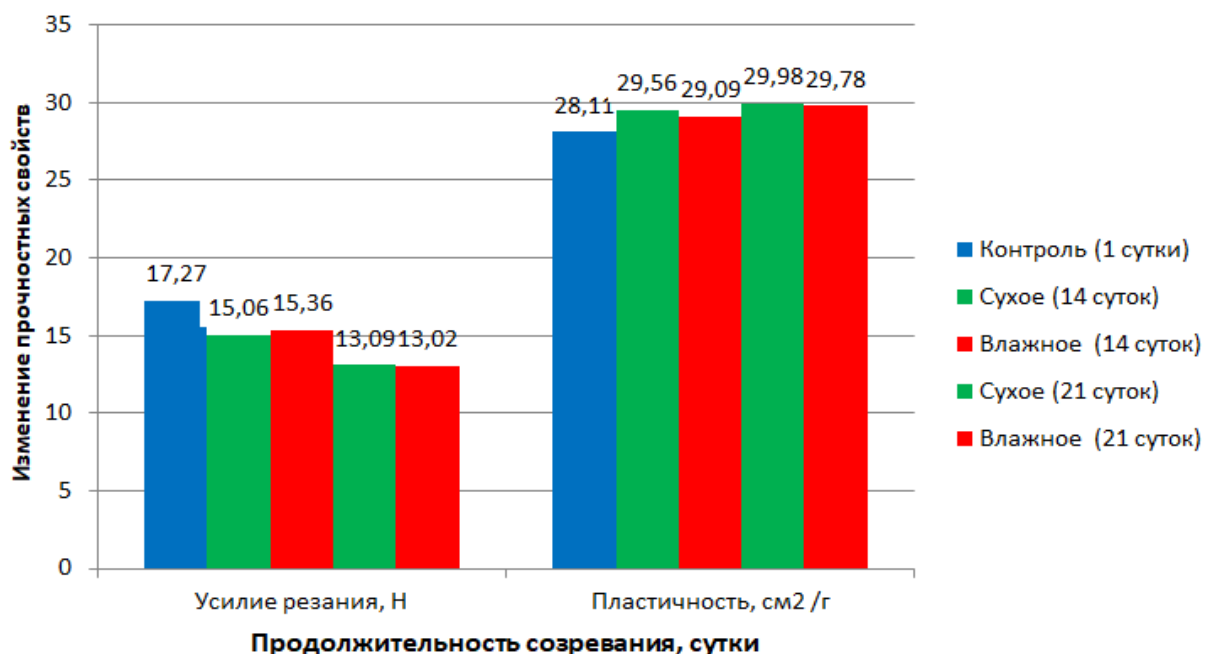


Рисунок 9 – Влияние способа и продолжительности созревания на структурно–механические показатели конины

Данные Рисунка 9 отражают и прослеживают воздействие на прочностные свойства конины в зависимости от способа и продолжительности созревания относительно контроля. Наблюдается снижение показателя усилия резания в сухом и влажном созревании, в то же время пластичность постепенно увеличивалась, в сопоставлении с

контролем. Данные изменения обусловлены протеолизом белков, действующих на жесткость и консистенцию конины, а способ и продолжительность созревания определяют интенсивность этих процессов. Показатель пластичности позволяет судить о степени сопротивляемости конины деформации. Установлено, что продолжительность созревания снижает прочностные характеристики конины независимо от его способа, что находит подтверждение в работах [84; 137]. Наблюдаемые изменения усилия резания и пластичности между контрольной и опытными группами статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность влияния способа и продолжительности созревания.

Микроструктурные исследования позволяют дополнить и подтвердить результаты структурно–механического анализа изменений конины, происходящих при сухом и влажном созревании в течение 14 и 21 суток. По изменениям структуры мышечных волокон можно установить степени созревания конины. Характеристика микроструктуры конины в зависимости от степени созревания приведена в Таблице 1.

Таблица 1 – Влияние способа и продолжительности созревания на микроструктурную характеристику конины

Продолжительность / Способ созревания	Микроструктурная характеристика
1 сутки, контроль	В срезах конины обнаруживаются поперечно–щелевидные нарушения целостности или фрагментация отдельных мышечных волокон при сохранении во фрагментах структуры ядер, поперечной и продольной исчерченности
14 суток, сухой	В срезах конины обнаруживаются множественные поперечно–щелевидные нарушения целостности или фрагментация многих мышечных волокон при сохранении во фрагментах структуры ядер, поперечной и продольной исчерченности

Продолжение таблицы 1

14 суток, влажный	В срезах конины обнаруживаются множественные поперечно–щелевидные нарушения целостности или фрагментация многих мышечных волокон при сохранении во фрагментах структуры ядер, поперечной и продольной исчерченности
21 суток, сухой	В срезах конины обнаруживается распад отдельных фрагментов на миофибриллы, а миофибрилл – на саркомеры в виде зернистой массы, местами заключенной в эндомизий
21 суток, влажный	В срезах конины обнаруживается распад отдельных фрагментов на миофибриллы, а миофибрилл – на саркомеры в виде зернистой массы, местами заключенной в эндомизий

Согласно данным Таблицы 1, конину, хранившуюся 1 сутки (контроль), можно отнести к 1 степени созревания. Конина сухого и влажного созревания, хранившаяся 14 суток, относится ко 2 степени созревания. К 3 степени созревания относится конина сухого и влажного созревания после 21 суток. Микроструктурные исследования показывают, что к 14 суткам конина не достигает полного созревания, а к 21 суткам наступает полное созревание. Деструктивные изменения мышечных волокон с продольной и поперечной фрагментацией способствуют разрыхлению и формированию нежной консистенции конины. Сопоставление данных Таблиц 2 и 3 показывает, что снижение усилия резания и рост пластичности конины напрямую связаны с микроструктурными изменениями мышечных волокон.

На первые сутки (контроль) усилие резания было максимальным (17,27 Н), что соответствует целостности мышечных волокон и минимальным нарушениям их структуры (1 степень созревания). На 14 сутки снижение усилия резания (до 15,06–15,36 Н) и рост пластичности (до ~29,56 см²/г) коррелируют с множественными поперечно–щелевидными нарушениями и фрагментацией мышечных волокон (2 степень созревания). К 21 суткам минимальные значения усилия резания (13,02–13,09 Н) и максимальная пластичность (~29,98 см²/г) соответствуют распаду

миофибрилл на саркомеры и формированию зернистой массы (3 степень созревания). Изменения связаны с протеолизом миофибриллярных белков, приводящим к деструкции мышечных волокон, их разрыхлению и формированию нежной консистенции конины.

Микроструктурные и структурно–механические исследования показали, что способ и продолжительность созревания оказывают значительное влияние на нежность и пластичность конины.

Сравнительный анализ воздействия способов показал, что влажное созревание приводит к более выраженной активации протеолиза, к увеличению пластичности и отчетливому разрыхлению мышечных волокон в сравнении с сухим созреванием конины.

Продолжительность созревания усиливает эти эффекты: чем продолжительнее процесс созревания, тем значительнее снижение усилия резания и интенсивнее рост пластичности. Полученные результаты объективно подтверждают влияние способа и продолжительности созревания на структурно–механические и микроструктурные показатели конины.

3.3 Исследование химического и минерального состава конины сухого и влажного созревания

В настоящем разделе представлено исследование химического и минерального состава конины с целью оценки влияния сухого и влажного способов и продолжительности (14 и 21 сутки) созревания на пищевую, энергетическую и биологическую ценность продукта.

Сравнительные данные созревания конины по химическому составу, энергетической ценности и минеральному профилю (как компоненту химического состава) представлены в Таблицах 2 и 3, а их графическое отображение на Рисунок 10.

Таблица 2 – Влияние способа и продолжительности созревания на химический состав и энергетическую ценность конины

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)				
	1	14		21	
	Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Массовая доля сухого вещества, %	26,89± 1,08 ^a	29,59 ± 1,18 ^b	26,13 ± 1,04 ^a	30,71 ± 1,23 ^c	27,63 ± 1,10 ^a
Массовая доля влаги, %	73,11 ± 2,93 ^a	70,41 ± 2,82 ^b	73,87 ± 2,95 ^a	69,29 ± 2,77 ^c	72,37 ± 2,89 ^a
Массовая доля белка, %	22,42 ± 0,90 ^a	23,67 ± 0,95 ^b	20,45 ± 0,82 ^c	24,50 ± 0,98 ^b	21,37 ± 0,85 ^c
Массовая доля жира, %	4,90 ± 0,20 ^a	3,52 ± 0,14 ^b	3,22 ± 0,13 ^b	3,58 ± 0,14 ^b	3,34 ± 0,13 ^b
Массовая доля золы, %	2,22 ± 0,09 ^a	1,39 ± 0,06 ^b	1,39 ± 0,06 ^b	1,45 ± 0,06 ^b	1,45 ± 0,06 ^b
Соотношение вода: белок	3,26 ± 0,13 ^a	2,97 ± 0,12 ^b	3,61 ± 0,14 ^c	2,83 ± 0,11 ^b	3,39 ± 0,13 ^c
Соотношение белок: жир	4,60 ± 0,18 ^a	6,73 ± 0,27 ^b	6,35 ± 0,25 ^b	6,84 ± 0,27 ^b	6,40 ± 0,26 ^b
Массовая доля кальция (Ca), %	0,0005 ± 0,0002 ^a	0,0050 ± 0,0002 ^a	0,0048 ± 0,0002 ^a	0,0048 ± 0,0002 ^a	0,0047 ± 0,0002 ^a
Массовая доля фосфора (P), %	0,20 ± 0,01 ^a	0,20 ± 0,01 ^a	0,28 ± 0,01 ^b	0,29 ± 0,01 ^b	0,28 ± 0,01 ^b
Энергетическая ценность, ккал/100 г	133,78 ± 5,35 ^a	123,74 ± 4,95 ^b	107,25 ± 4,29 ^c	128,20 ± 5,13 ^b	112,53 ± 4,50 ^c

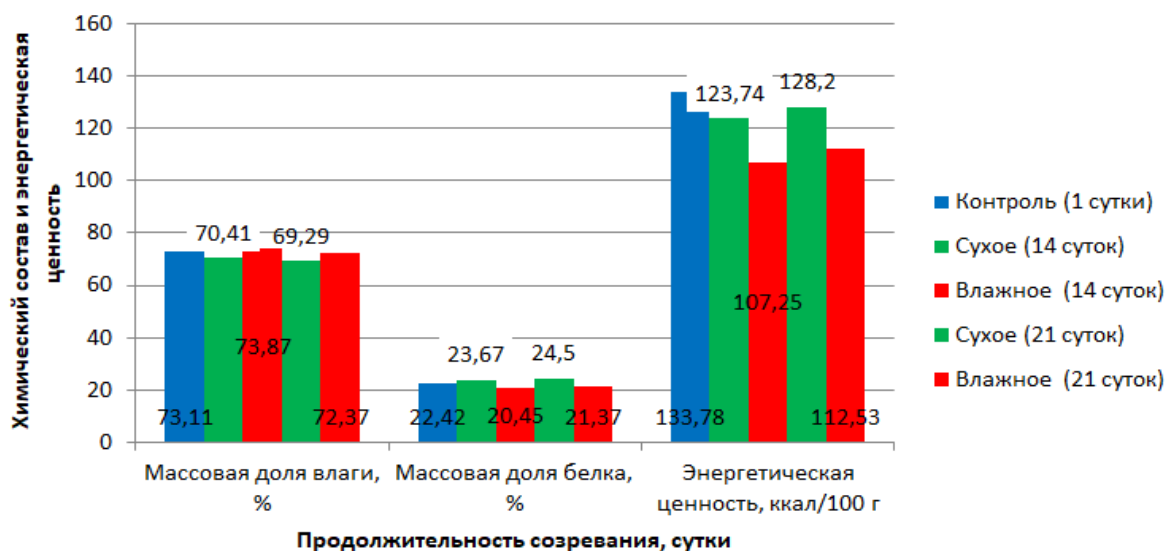


Рисунок 10 – Влияние способа и продолжительности созревания на химический состав и энергетическую ценность конины

Баланс макронутриентов в конине (влага–белок, белок–жир) играет важную роль в обеспечении организма человека ресурсами для жизнедеятельности и нормального функционирования. Эталонное соотношение влаги к белку в мясе (число Federzahl) находится в диапазоне от 3,6 до 3,7. Полученные данные (Таблица 2) показывают, что в контрольном образце конины на 1 сутки соотношение влага–белок составляло 3,26.

При сухом способе созревания наблюдалось последовательное снижение данного показателя до 2,97 на 14 суток и до 2,83 на 21 сутки, что связано с уменьшением влаги и увеличением доли белка в процессе дегидратации мышечной ткани. При влажном способе созревания соотношение влага–белок изменялось с 3,61 до 3,39, демонстрируя менее выраженную динамику вследствие сохранения влаги в герметичной упаковке.

Соотношение белка к жиру также изменялось в зависимости от способа и продолжительности созревания. В конине сухого созревания на 14 и 21 сутки данный показатель составил 6,73 и 6,84 соответственно, тогда как в конине влажного созревания – 6,35 и 6,40. Повышение доли белка относительно жира характеризует улучшение пищевой ценности конины.

Полученные данные по соотношению влаги к белку и белка к жиру на первые сутки созревания согласуются с результатами других исследований [61; 121].

В 14 и 21 сутки продолжительности сухого созревания фиксируется постепенное увеличение сухого вещества на 2,70 % и 1,12 % соответственно, относительно контроля. В соответствии с материалами исследования [110] тенденция к накоплению сухих веществ, связана с формированием корочки подсыхания. Ограничение влагообмена в упаковке оказало воздействие на содержание сухого вещества в конине: к 21 суткам зафиксировано предельное значение 27,63 %, при этом разница между показателями созревания и содержанием сухих веществ незначительна.

Полученные данные о массовой доле влаги в конине свидетельствуют, что показатели влажного созревания на 14 и 21 сутки составили 73,87 % и 72,37 % соответственно, показатели сухого созревания в указанный период были ниже на 3,46 % и 3,08 %, что отражает потери массы и влаги.

Изучение изменений содержания белка показало (Рисунок 10), что его концентрация белка повышалась при продолжительности сухого созревания относительно контроля с 22,42 % до 24,50 % (21 сутки), прирост составил 2,08 %. При влажном способе созревания рост был менее выраженным – с 20,45 % до 21,37 % (прирост 0,92 %). Сходные тенденции представлены в работе [136].

Максимальное содержание золы (1,45 %) зафиксировано в конине сухого созревания к 21 суткам, что согласуется с данными, приведёнными в источнике [50].

Наибольшее количество кальция (Ca) – 0,0050 % – отмечено в конине сухого созревания к 14 суткам, что соответствует уровню, зафиксированному на первые сутки. Существенных изменений содержания кальция в течение всего периода созревания не установлено [76].

Содержание фосфора (Р) в конине как сухого, так и влажного созревания увеличилось в контрольном образце с 0,20 % до 0,29 % к 14 суткам, после чего показатель стабилизировался.

Энергетическая ценность конины сухого созревания составляла 123,74 ккал/100 г на 14 сутки и увеличивалась до 128,20 ккал/100 г к 21 суткам, оставаясь ниже значения контрольного образца (133,78 ккал/100 г). При влажном созревании наблюдалось увеличение энергетической ценности: от 107,25 ккал/100 г на 14 сутки до 112,53 ккал/100 г к 21 суткам, что связано с изменением соотношения белка, жира и влаги в процессе созревания. Выявленные различия в содержании белка, влаги и энергетической ценности конины сухого и влажного созревания статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Изучение минерального состава проводилось с целью оценки влияния способа и продолжительности созревания на биологическую ценность конины. Изменения минерального профиля при различных способах созревания не связаны с трансформацией самих минералов (Таблица 3). Они обусловлены изменением их относительной концентрации вследствие потери влаги и выхода растворимых веществ с мясным соком (экссудатом).

Таблица 3 – Влияние способа и продолжительности созревания на минеральный состав конины, мг/кг

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)				
	1	14		21	
	Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Железо (Fe)	$7,00 \pm 0,35^a$	$11,43 \pm 0,57^b$	$8,33 \pm 0,42^c$	$9,63 \pm 0,48^d$	$7,38 \pm 0,37^a$
Медь (Cu)	$0,33 \pm 0,02^a$	$0,71 \pm 0,04^b$	$0,26 \pm 0,02^c$	$0,46 \pm 0,03^d$	$0,40 \pm 0,02^d$
Цинк (Zn)	$9,75 \pm 0,49^a$	$19,60 \pm 0,98^b$	$20,82 \pm 1,04^b$	$15,74 \pm 0,79^c$	$12,20 \pm 0,61^d$
Кобальт (Co)	$0,020 \pm 0,001$	$<0,011$	$<0,011$	$<0,011$	$0,013 \pm 0,001$

Продолжение таблицы 3

Марганец (Mn)	0,043 ± 0,002 ^a	0,063 ± 0,003 ^b	0,052 ± 0,003 ^c	0,081 ± 0,004 ^d	0,058 ± 0,003 ^c
Магний (Mg)	408,2 ± 20,4 ^a	626,8 ± 31,3 ^b	520,9 ± 26,0 ^c	571,0 ± 28,5 ^b	493,8 ± 24,7 ^c
Свинец (Pb)	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011
Никель (Ni)	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Кадмий (Cd)	0,002 ± 0,0002 ^a	0,003 ± 0,0003 ^b	0,004 ± 0,0003 ^c	0,006 ± 0,0004 ^d	0,004 ± 0,0003 ^c
Хром (Cr)	нчм	нчм	нчм	нчм	нчм
Примечание: нчм – ниже чувствительности метода.					

Результаты исследований, представленные в Таблице 3, свидетельствуют о том, что количество минеральных веществ в конине зависит как от способа созревания, так и от его продолжительности. При сухом способе созревания в конине содержится больше железа (Fe), чем во влажном. Отмечается рост содержания меди (Cu) в образцах при обоих способах созревания. Наибольшее содержание меди зафиксировано в конине при сухом созревании на 14 сутки, тогда как наименьшее – при влажном созревании к 14 суткам.

Количество цинка (Zn) варьировало в зависимости от способа и продолжительности созревания. В конине сухого созревания содержалось значительно больше магния (Mg), чем во влажном. Содержание кобальта (Co) преимущественно снижалось, а марганца (Mn) – повышалось. Свинец (Pb), никель (Ni) и кадмий (Cd) сохраняли стабильную концентрацию на протяжении всего периода исследования. Ниже порога чувствительности метода зафиксировано содержание хрома (Cr) во всех образцах. Эти данные подтверждаются результатами исследований [96].

Выявленные различия минерального состава статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Экспериментально установлено, что конина 14 и 21 суток сухого созревания характеризуется высокой энергетической ценностью, повышенным содержанием белка и железа (Fe), относительно конины влажного созревания. Согласно исследованиям, данные показатели находятся в прямой зависимости с пищевой и биологической ценностью конины [114; 115]. Железо (Fe) имеет особое значение для профилактики железодефицитных состояний и для создания повышенного потенциала пищевой ценности [67].

Следовательно, сухое созревание обеспечивает повышение концентрации ключевых минералов (Fe, Mg, Ca, P), а влажное – более равномерное распределение при сохранении влаги, но с потерями некоторых минералов с экссудатом.

Таким образом, результаты, представленные в Таблицах 2 и 3, показывают, что химический и минеральный состав конины изменяется в зависимости от способа и продолжительности созревания. По сравнению с контрольным образцом (1 сутки) при сухом созревании конины наблюдается увеличение содержания сухого вещества, белка, золы и концентрации основных минералов (Fe, Mg, Ca, P), что связано с потерей влаги и повышением относительной концентрации питательных веществ. При влажном созревании изменения выражены в меньшей степени: в конине сохраняется высокий уровень влаги, однако наблюдаются потери части минералов с экссудатом. Увеличение продолжительности созревания до 21 суток усиливает указанные изменения. В целом сухое созревание способствует более выраженному повышению пищевой, энергетической и биологической ценности конины по сравнению с влажным способом.

3.4 Исследование аминокислотного состава конины сухого и влажного созревания

Анализ аминокислотного состава проведён с целью оценки биологической полноценности белка и выявления различий в его

сбалансированности при различных способах созревания. Аминокислоты определяют пищевую ценность конины, участвуют в формировании вкусоароматических характеристик и служат предшественниками соединений, влияющих на органолептические свойства продукта. В дальнейшем в тексте ЗАК (заменимые аминокислоты) приводятся в мг/100 г продукта, НАК (незаменимые аминокислоты) – в г/100 г белка, а общая сумма аминокислот (ЗАК+НАК) – в мг/100 г продукта.

В конине выявлен полный спектр незаменимых аминокислот, среди которых наибольшую долю занимают лейцин, лизин и валин, что указывает на высокую биологическую ценность белка и его сбалансированность при различных способах и продолжительности созревания (Таблица 4).

Таблица 4 – Влияние способа и продолжительности созревания на содержание незаменимых аминокислот (НАК), г/100 г белка, в конине

Незаменимые аминокислоты (НАК)	Эталон FAO/ WHO (1985)	Продолжительность созревания (сутки)				
		1	14		21	
		Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Валин	5,11	6,80±0,12 ^a	5,80 ±0,10 ^b	4,70 ±0,08 ^c	6,00 ±0,11 ^a	5,30 ±0,09 ^b
АСК валин, %	–	133,07	113,51	92,01	117,41	103,72
Изолейцин	4,10	7,10 ±0,15 ^a	6,80 ±0,13 ^a	5,50 ±0,10 ^b	6,00 ±0,12 ^b	5,50 ±0,11 ^b
АСК изолейцин, %	–	173,17	165,85	134,15	146,34	134,15
Лейцин	7,66	14,70±0,2 0 ^a	14,10 ±0,18 ^a	13,60±0,17 ^b	14,00±0,1 9 ^a	13,80±0,1 8 ^b
АСК лейцин, %	–	191,97	184,11	177,84	182,77	180,16
Лизин	8,12	16,40±0,2 5 ^a	15,70±0,22 ^b	15,10±0,21 ^c	15,70±0,2 3 ^b	15,20±0,2 2 ^c

Продолжение таблицы 4

АСК лизин, %	–	202,96	193,34	186,08	193,34	187,44
Метионин	3,97	3,80 ± 0,09 ^a	3,30 ± 0,08 ^b	3,00 ± 0,07 ^c	2,80 ± 0,06 ^c	2,70 ±0,06 ^c
АСК метионин, %	–	95,72	83,12	75,57	70,53	68,01
Треонин	4,43	21,20±0,30 ^a	19,80±0,28 ^b	16,70±0,25 ^c	18,00±0,26 ^b	17,50±0,25 ^c
АСК треонин, %	–	478,33	446,94	377,65	406,33	395,49
Триптофан	1,45	1,60±0,05 ^a	1,90±0,06 ^b	1,40 ±0,04 ^c	1,60±0,05 ^a	1,50±0,05 ^a
АСК триптофан, %	–	110,34	131,03	96,55	110,34	103,45
Фенилаланин	7,92	6,30±0,10 ^a	4,90±0,08 ^b	4,50 ±0,07 ^c	4,50±0,07 ^c	4,30±0,06 ^c
АСК фенилаланин, %	–	79,55	61,87	56,82	56,82	54,30
Сумма НАК	42,76	77,90±0,5 5 ^a	72,30±0,50 ^b	64,50±0,45 ^c	68,60±0,4 8 ^b	65,80±0,4 6 ^c
АСК по сумме НАК, %	–	182	169	151	160	154
Примечание: АСК по сумме НАК рассчитан как отношение суммарного содержания незаменимых аминокислот в образце к эталонному значению FAO/WHO (1985), выраженное в процентах.						

Данные Таблицы 4 свидетельствуют, о том что содержание незаменимых аминокислот в конине по сравнению с эталоном FAO/WHO (1985) изменяется в зависимости от способа и продолжительности созревания, а также отличается от показателей контрольного образца (1 сутки).

В контрольном образце конины (1 сутки) содержание основных незаменимых аминокислот составляло следующие значения (г/100 г белка): валин – 6,80; изолейцин – 7,10; лейцин – 14,70; лизин – 16,40; метионин – 3,80; треонин – 21,20; триптофан – 1,60; фенилаланин – 6,30.

В ходе созревания зафиксирована трансформация содержания отдельных аминокислот. Концентрация незаменимых аминокислот подвержена изменениям, обусловлена продолжительностью 14 и 21 суток. На основании полученных результатов (г/100 г белка), установлен следующий диапазон значений: валин – 4,70–6,00; изолейцин – 5,50–6,80; лейцин – 13,60–14,10; лизин – 15,10–15,70; метионин – 2,70–3,30; треонин – 16,70–19,80; триптофан – 1,40–1,90; фенилаланин – 4,30–4,90.

Сравнение способов созревания показывает, что к 14 суткам в конине сухого созревания сумма незаменимых аминокислот достигла 72,30 г/100 г белка, существенно опережая показатели влажного способа (64,50 г/100 г белка). В обоих экспериментальных вариантах концентрация аминокислот превышает эталонное значение FAO/WHO – 42,76 г/100 г белка, что подтверждает высокую биологическую ценность белка конины.

Большинство незаменимых аминокислот (кроме фенилаланина и метионина) демонстрируют рост в процессе созревания. Вместе с тем при увеличении продолжительности созревания отмечается определенный спад их суммарной величины: в конине сухого созревания показатель уменьшается до 68,60 г/100 г белка, тогда как в образцах влажного созревания уровень остаётся практически стабильным.

Сравнение контрольного образца с образцами после 14 и 21 суток созревания показывает влияние способа на аминокислотный профиль конины. При сухом способе формируется более высокая концентрация незаменимых аминокислот. При влажном способе изменения выражены в меньшей степени.

В целом результаты анализа показывают, что сухое созревание способствует более выраженному повышению биологической ценности белка конины, тогда как влажное созревание характеризуется умеренным и менее интенсивным изменением аминокислотного состава.

Заменимые аминокислоты формируют основу азотистых экстрактивных веществ конины и участвуют в формировании вкусо–

ароматических характеристик продукта. Содержание заменимых аминокислот в конине при различных способах и продолжительности созревания представлено в Таблице 5.

Таблица 5 – Влияние способа и продолжительности созревания на содержание заменимых аминокислот (ЗАК), мг/100 г продукта, в конине

Заменимые аминокислоты (ЗАК)	Продолжительность созревания (сутки)				
	1	14		21	
	Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Аланин	44,40 ± 2,2 ^a	40,60 ± 2,0 ^b	41,10 ± 2,1 ^b	41,00 ± 2,0 ^b	41,50 ± 2,1 ^b
Аргинин	246,20 ± 12,3 ^a	225,70 ± 11,3 ^b	212,00 ± 10,6 ^c	222,70 ± 1,1 ^b	220,30 ± 1,0 ^b
Аспарагиновая кислота	34,20 ± 1,7 ^a	29,50 ± 1,5 ^b	24,50 ± 1,2 ^c	23,60 ± 1,2 ^c	25,30 ± 1,3 ^c
Гистидин	26,50 ± 1,3 ^a	22,40 ± 1,1 ^b	21,30 ± 1,1 ^c	18,70 ± 0,9 ^d	17,70 ± 0,9 ^d
Глицин	13,80 ± 0,7 ^a	14,10 ± 0,7 ^a	12,10 ± 0,6 ^b	13,40 ± 0,7 ^a	12,70 ± 0,6 ^b
Глутаминовая кислота	23,10 ± 1,2 ^a	20,00 ± 1,0 ^b	18,40 ± 0,9 ^c	20,00 ± 1,0 ^b	16,20 ± 0,8 ^c
Серин	18,00 ± 0,9 ^a	14,60 ± 0,7 ^b	15,30 ± 0,8 ^b	11,10 ± 0,6 ^c	11,6 0± 0,6 ^c
Тирозин	5,60 ± 0,3 ^a	4,90 ± 0,2 ^b	4,50 ± 0,2 ^c	4,80 ± 0,2 ^b	4,70 ± 0,2 ^c
Сумма ЗАК	411,80± 20,6 ^a	371,80± 18,6 ^b	349,20 ± 17,5 ^c	355,30±17,8 ^c	350,00±17,5 ^c

Согласно данным Таблицы 5, содержание заменимых аминокислот изменяется в зависимости от способа и продолжительности созревания (14 и 21 сутки), а также отличается от показателей контрольного образца (1 сутки).

В контрольном образце конины (1 сутки) сумма заменимых аминокислот составила 411,80 мг/100 г продукта.

Сравнение образцов сухого и влажного созревания показывает, что по содержанию аланина, глицина и тирозина существенных различий между способами созревания не наблюдается.

По содержанию аргинина наибольшее значение 225,70 мг/100 г продукта зафиксировано в конине сухого созревания на 14 сутки, тогда как наименьшее значение 212,00 мг/100 г продукта отмечено в конине влажного созревания на 14 сутки.

Содержание аспарагиновой кислоты в конине сухого созревания при увеличении продолжительности процесса от 14 до 21 суток составило 29,50 мг/100 г продукта и 23,60 мг/100 г продукта соответственно.

Превалирующее количество серина (14,60 мг/100 г продукта) зафиксировано в конине сухого созревания на 14 сутки, тогда как наименьшее значение (11,10 мг/100 г продукта) отмечено в образцах сухого созревания на 21 сутки.

По присутствию гистидина значение 22,40 мг/100 г продукта характерно для конины сухого созревания на 14 сутки, тогда как минимальное содержание (17,70 мг/100 г продукта) наблюдалось в образцах влажного созревания на 21 сутки.

В конине сухого созревания к 14 и 21 суткам количество глутаминовой кислоты составило по 20,00 мг/100 г продукта, тогда как в конине влажного созревания – 18,40 мг/100 г продукта и 16,20 мг/100 г продукта, соответственно.

Полученные результаты показывают, что содержание заменимых аминокислот изменяется под влиянием способа и продолжительности созревания, при этом совокупное содержание ЗАК в образцах сухого созревания сохраняет преимущество.

Опыты показали, что содержание незаменимых и заменимых аминокислот в конине сухого созревания выше в среднем на 7,5 % и 3,8 % соответственно по сравнению с показателями образцов конины влажного созревания.

В продолжение анализа аминокислотного состава показатели белкового качества конины сухого и влажного созревания представлены в Таблице 6.

Согласно данным Таблицы 6, общая сумма заменимых и незаменимых аминокислот в конине изменяется в зависимости от способа и продолжительности созревания, а также при сравнении с контрольным образцом (1 сутки).

В образцах сухого созревания общая сумма аминокислот составила 449,70 мг/100 г продукта на 14 сутки и 419,80 мг/100 г продукта на 21 сутки.

Таблица 6 – Влияние способа и продолжительности созревания на показатели белкового качества в конине

Показатель	Продолжительность созревания (сутки)				
	1	14		21	
	Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Общая сумма заменимых и незаменимых аминокислот, мг /100 г продукта	454,60±22,7 ^a	449,70±22,5 ^a	421,50±21,1 ^b	419,80±21,0 ^b	418,60±20,9 ^b
Аминокислотный скор фенилаланина, %	79,55±2,40 ^a	61,87±1,90 ^b	56,82±1,70 ^c	56,82±1,70 ^c	54,30±1,60 ^c
Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС)	1,45 ± 0,07 ^a	1,34 ± 0,07 ^b	1,08 ± 0,05 ^c	1,20 ± 0,06 ^b	1,15 ± 0,06 ^b
Биологическая ценность исследуемого белка	0,41 ± 0,02 ^a	0,43 ± 0,02 ^b	0,48 ± 0,02 ^c	0,46 ± 0,02 ^b	0,47 ± 0,02
Коэффициент утилитарности аминокислот (метионин+цистин)%	95,71±4,80 ^a	83,12±4,20 ^b	75,57±3,80 ^c	70,53±3,50 ^c	68,01 ± 3,40

Продолжение таблицы 6

Коэффициент утилитарности аминокислот (метионин + цистин), %	95,71±4,80 ^a	83,12±4,20 ^b	75,57±3,80 ^c	70,53±3,50 ^c	68,01 ± 3,40
Показатель сопоставимой избыточности	6,64 ± 0,33 ^a	5,80 ± 0,29 ^b	3,96 ± 0,20 ^c	4,84 ± 0,24 ^b	4,26 ± 0,21 ^c
Примечание: общая сумма заменимых и незаменимых аминокислот (ЗАК+НАК) рассчитана в мг/100 г продукта.					

В образцах влажного созревания данный показатель составил 421,50 мг/100 г продукта и 418,60 мг/100 г продукта соответственно.

Полученные данные показывают более высокое содержание аминокислот в образцах сухого созревания по сравнению с показателями образцов полученных влажным способом.

Аминокислотный скор белка конины сухого созревания при продолжительности 14 и 21 суток составил 61,87 % и 56,82 %, тогда как в конине влажного созревания – 56,82 % и 54,30 % соответственно. Указанные значения отражают более высокий уровень обеспеченности белка незаменимыми аминокислотами в образцах сухого созревания.

Выявленные различия по содержанию лизина, лейцина, изолейцина, валина, а также по общим показателям качества белка статистически достоверны ($p < 0,05$).

Для подтверждения установленной закономерности были дополнительно рассчитаны показатели биологической ценности белка: коэффициент сопоставимой избыточности, коэффициент утилитарности аминокислот и коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС).

Анализ данных показал, что коэффициент утилитарности, отражающий степень сбалансированности незаменимых аминокислот относительно

физиологической нормы, у конины сухого созревания был выше, чем у конины влажного созревания. Такая тенденция сохранялась на протяжении всего периода исследования. Показатель сопоставимой избыточности изменялся в аналогичном направлении.

Расчёты показали, что коэффициент различия аминокислотного счёра (КРАС) у конины сухого созревания составил 1,34 и 1,20. Для конины влажного созревания значения были ниже – 1,08 и 1,15 при продолжительности созревания 14 и 21 сутки соответственно.

Полученные результаты свидетельствуют о росте биологической ценности конины при увеличении продолжительности созревания. Повышение показателей наблюдалось как при сухом, так и при влажном способе. При сравнении способов образцы сухого созревания демонстрировали более высокое качество белка.

Следовательно, конина сухого созревания характеризуется более высокой биологической полноценностью белка по сравнению с показателями образцом влажного созревания.

Известно, что аминокислоты являются важными предшественниками формирования вкуса и аромата мяса [87]. Все аминокислоты конины сухого и влажного созревания продолжительностью 14 и 21 сутки, а также контрольного образца (1 сутки) распределены на три группы в зависимости от характера формируемых вкусовых ощущений.

К аминокислотам со сладким вкусом отнесены глицин, аланин, треонин и серин, в то время как вкус умами характерен для аспарагиновой и глутаминовой кислоты. К аминокислотам с горьким вкусом отнесены метионин, лизин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, тирозин, валин, гистидин, аргинин и цистин.

Содержание указанных аминокислот в конине при различных способах и продолжительности созревания, а также в контрольном образце, представлено в Таблице 7.

Таблица 7 – Влияние способа и продолжительности созревания на содержание аминокислот, участвующих в формировании вкуса конины, мг/100 г продукта

Тип АК	Амино– кислота (АК)	Продолжительность созревания (сутки)				
		1	14		21	
		Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Горький вкус						
НАК	Валин	6,80 ± 0,3 ^a	5,80 ± 0,2 ^b	4,70 ± 0,2 ^c	6,00 ± 0,2 ^b	5,30 ± 0,2 ^b
	Изолейцин	7,10 ± 0,3 ^a	6,80 ± 0,3 ^a	5,50 ± 0,2 ^b	6,00 ± 0,3 ^b	5,50 ± 0,2 ^b
	Лейцин	14,70 ± 0,7 ^a	14,10 ± 0,7 ^a	13,60 ± 0,7 ^b	14,00 ± 0,7 ^a	13,80 ± 0,7 ^b
	Лизин	16,40 ± 0,8 ^a	15,70 ± 0,8 ^b	15,10 ± 0,8 ^c	15,70 ± 0,8 ^b	15,20 ± 0,8 ^c
	Метионин	3,80 ± 0,2 ^a	3,30 ± 0,2 ^b	3,00 ± 0,1 ^c	2,80 ± 0,1 ^c	2,70 ± 0,1 ^c
	Фенилалан ин	6,30 ± 0,3 ^a	4,90 ± 0,2 ^b	4,50 ± 0,2 ^c	4,50 ± 0,2 ^c	4,30 ± 0,2 ^c
ЗАК	Аргинин	246,20±12,3 ^a	225,70± 1,3 ^b	212,00±10,6 ^c	222,70±11,1 ^b	220,30±11,0 ^b
	Гистидин	26,50 ± 1,3 ^a	22,40 ± 1,1 ^b	21,30 ± 1,1 ^c	18,70 ± 0,9 ^d	17,70 ± 0,9 ^d
	Тирозин	5,60 ± 0,3 ^a	4,90 ± 0,2 ^b	4,50 ± 0,2 ^c	4,80 ± 0,2 ^b	4,70 ± 0,2 ^c
	Итого	333,40±16,7 ^a	303,60±15,2 ^b	284,20±14,2 ^c	295,20±14,8 ^b	289,50±14,5 ^c
Сладкий вкус						
НАК	Треонин	21,20 ± 1,1 ^a	19,80 ± 1,0 ^b	16,70 ± 0,8 ^c	18,00 ± 0,9 ^b	17,50 ± 0,9 ^c
ЗАК	Аланин	44,40 ± 2,2 ^a	40,60 ± 2,0 ^b	41,10 ± 2,1 ^b	41,00 ± 2,0 ^b	41,50 ± 2,1 ^b
	Глицин	13,80 ± 0,7 ^a	14,10 ± 0,7 ^a	12,10 ± 0,6 ^b	13,40 ± 0,7 ^a	12,70 ± 0,6 ^b
	Серин	18,00 ± 0,9 ^a	14,60 ± 0,7 ^b	15,30 ± 0,8 ^b	11,10 ± 0,6 ^c	11,60 ± 0,6 ^c
	Итого	97,40 ± 4,9 ^a	89,10 ± 4,5 ^b	85,20 ± 4,3 ^c	83,50 ± 4,2 ^c	83,30 ± 4,2 ^c
Вкус умами						
ЗАК	Аспарагин овая кислота	34,20 ± 1,7 ^a	29,50 ± 1,5 ^b	24,50 ± 1,2 ^c	23,60 ± 1,2 ^c	25,30 ± 1,3 ^c
	Глутамино вая кислота	23,10 ± 1,2 ^a	20,00 ± 1,0 ^b	18,40 ± 0,9 ^c	20,00 ± 1,0 ^b	16,20 ± 0,8 ^c
	Итого	57,30 ± 2,9 ^a	49,50 ± 2,5 ^b	42,90 ± 2,1 ^c	43,60 ± 2,2 ^c	41,50 ± 2,1 ^c

В соответствии с данными Таблицы 7, количественное содержание аминокислот, участвующих в формировании вкуса конины, изменяется в зависимости от способа (сухое и влажное), продолжительности процесса созревания (14 и 21 сутки), а также отличается от показателей контрольного образца (1 сутки).

В контрольном образце (1 сутки) суммарное содержание аминокислот, формирующих горький вкус, составило 333,40 мг/100 г продукта, аминокислот со сладким вкусом – 97,40 мг/100 г, аминокислот со вкусом умами – 57,30 мг/100 г. В процессе созревания наблюдается изменение содержания указанных групп аминокислот. В образцах сухого созревания на 14 сутки суммарное содержание аминокислот, формирующих горький вкус, составило 303,60 мг/100 г продукта, а в образцах влажного созревания – 284,20 мг/100 г продукта.

На 21 сутки созревания содержание аминокислот, формирующих горький вкус, составило 295,20 мг/100 г продукта в образцах сухого способа созревания и 289,50 мг/100 г продукта в образцах влажного созревания.

Аналогичная зависимость наблюдается и для аминокислот, формирующих сладкий вкус. В образцах сухого созревания их суммарное содержание составило 89,10 мг/100 г продукта на 14 сутки и 83,50 мг/100 г продукта на 21 сутки, тогда как в образцах влажного созревания данный показатель составил 85,20 мг/100 г продукта и 83,30 мг/100 г продукта соответственно.

Содержание аминокислот, формирующих вкус умами, также изменяется в зависимости от способа и продолжительности созревания. В образцах сухого созревания суммарное содержание аспарагиновой и глутаминовой кислот составило 49,50 мг/100 г продукта на 14 сутки и 43,60 мг/100 г продукта на 21 сутки, тогда как в образцах влажного созревания – 42,90 мг/100 г продукта и 41,50 мг/100 г продукта соответственно.

Полученные данные показывают, что как в конине сухого, так и влажного созревания наибольшая доля аминокислот определяет горький

вкус, тогда как наименьший объем приходится на аминокислоты, отвечающие за вкус умами. Сравнение способов созревания показывает, что в конине сухого созревания содержание аминокислот, способствующих формированию горького вкуса, остаётся выше по сравнению с кониной влажного созревания на протяжении всего исследуемого периода (на 14 и 21 сутки).

Анализ аминокислотного состава показал, что сухое созревание конины обеспечивает более высокое содержание незаменимых аминокислот и общую сумму аминокислот по сравнению с влажным способом, что повышает биологическую ценность белка. Показатели аминокислотного сгора, коэффициента различия и коэффициента утилитарности демонстрируют более благоприятные значения при сухом созревании.

Исследование аминокислот, участвующих в формировании вкуса (горького, сладкого и умами) выявило преимущество сухого способа созревания конины в течение 14 и 21 суток. При этом сухое созревание конины отражало специфику формирования превосходства органолептических свойств и полноценного аминокислотного состава.

Выявленные различия в аминокислотном составе статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Выявленные закономерности влияния способа и продолжительности созревания позволяют аргументированно судить о вкусовых свойствах, аминокислотном профиле и биологической ценности белка конины.

3.5 Исследование жирнокислотного состава конины сухого и влажного созревания

Анализ изменений жирнокислотного состава при различных способах созревания (сухое и влажное) и продолжительности (14 и 21 суток) позволяет выявить закономерности формирования органолептических свойств и

потенциальных рисков, связанных с содержанием отдельных кислот. Данных о жирнокислотном составе конины при сухом и влажном созревании в доступной литературе крайне мало, что обуславливает научный интерес к данному направлению. Согласно литературным источникам [59], жирные кислоты оказывают положительное влияние на аромат, вкус, сочность и нежность конины, однако при определённых концентрациях могут быть связаны с риском развития ряда заболеваний [103]. Результаты исследования жирнокислотного состава конины представлены в Таблице 8.

Таблица 8 – Влияние способа и продолжительности созревания на жирнокислотный состав конины, % к общему количеству жирных кислот

Жирная кислота (ЖК)	Продолжительность созревания (сутки)				
	1	14		21	
	Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Насыщенные жирные кислоты (НЖК)					
Каприновая (декановая) C10:0	–	21,8 ^a	50,8 ^b	–	–
Лауриновая (додекановая) C12:0	0,5 ^a	9,6 ^b	–	–	–
Тридециловая (тридекановая) C13:0	–	–	3,6 ^a	–	–
Миристиновая (тетрадекановая) C14:0	0,9 ^a	2,5 ^b	2,5 ^b	4,6 ^c	–
Пентадециловая (пентадекановая) C15:0	1,0 ^a	3,1 ^b	3,1 ^b	–	–
Пальмитиновая (гексадекановая) C16:0	8,8 ^a	9,6 ^a	–	–	–
Маргариновая (гептадекановая) C17:0	25,7 ^a	–	–	–	4,3 ^b
Стеариновая (октадекановая) 18:0	5,4 ^a	5,4 ^a	–	18,0 ^b	–
Бегеновая (докозановая) 22:0	–	–	–	–	0,2 ^a
Σ НЖК	≈26 ^a	≈18 ^b	≈56 ^c	≈22 ^b	≈6 ^d
Мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК)					

Продолжение таблицы 8

Пальмитолеиновая (цис–9–гексадеценовая) C 16:1	7,9 ^a	–	8,2 ^a	12,1 ^b	–
Олеиновая (цис–9–октадеценовая) C18:1n9c	7,9 ^a	2,4 ^b	–	0,8 ^c	0,8 ^c
Элаидиновая (транс–9– октадеценовая) C18:1 n9t	13,2 ^a	–	–	1,7 ^b	1,7 ^b
Эруковая (цис–13–докозековая) C22:1 n9	–	–	–	2,6 ^a	–
Σ МНЖК	≈33 ^a	≈9 ^b	≈9 ^b	≈15 ^c	≈4 ^d
Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК)					
Линолевая (цис– 9.12– октадекадиеновая) C18:2 ω6	–	–	3,1 ^a	–	–
γ–Линоленовая (цис–6.9.12– октадекатриеновая) C18:3ω6	5,0 ^a	9,4 ^b	4,7 ^a	32,8 ^c	–
Арахидоновая (цис–5.8.11,14– эйкозатетраеновая) C20:4ω6	–	2,4 ^a	–	19,8 ^b	0,35 ^c
Эйкозапентаеновая (цис– 5.8,11.14,17– эйкозапентаеновая) C20:5n3	15,8 ^a	–	–	–	0,4 ^b
Докозациеновая (цис–13,16– докозациеновая) C22:2	–	–	–	–	0,2 ^a
Σ ПНЖК	≈22 ^a	≈17 ^b	≈11 ^c	≈53 ^d	≈2 ^e
соотношение МНЖК / НЖК	1,27 ^a	0,50 ^b	0,16 ^c	0,68 ^b	0,67 ^b
соотношение ПНЖК / НЖК	0,85 ^a	0,94 ^a	0,20 ^b	2,41 ^c	0,33 ^b
ω6	≈8 ^a	≈11 ^b	≈8 ^a	≈52 ^c	≈0,35 ^d
ω3	≈12 ^a	≈6 ^b	–	–	≈0,6 ^c
соотношение ω6/ω3	2,5–3,0 ^a	≈1,8 ^b	>2 ^b	>10 ^c	≈0,6 ^d
индекс атерогенности (ИА)	0,18 ^a	1,89 ^c	0,37 ^b	0,04 ^a	–
индекс тромбогенности (ИТ)	0,10 ^a	2,60 ^c	0,18 ^b	0,32 ^b	–
Примечание: « ≈ » отражает усредненное значение. « – » отражает отсутствие или следовые количества. средние значения рассчитаны по суммарному содержанию ЖК без стандартного отклонения. в расчет (ΣНЖК, ΣМНЖК, ΣПНЖК, ω–6, ω–3) включались следовые количества и пики, вследствие чего итоговые суммы могут незначительно превышать арифметическую сумму явно представленных значений.					

На основании данных Таблицы 8 установлено, что влияние способа и продолжительности созревания на жирнокислотный состав конины выражается следующим образом. Содержание насыщенных жирных кислот при влажном созревании на 14 сутки составляет значение $\approx 56\%$, тогда как на 21 сутки наблюдается резкое снижение до $\approx 6\%$, в аналогичном периоде сухого созревания показывает значения $\approx 18\%$ и $\approx 22\%$. Также зафиксировано снижение доли мононенасыщенных жирных кислот с $\approx 9\%$ до $\approx 4\%$ при влажном способе созревания. При сухом способе они сохраняются на уровне $\approx 9\text{--}15\%$. Полиненасыщенные жирные кислоты при сухом способе увеличиваются до $\approx 53\%$ к 21 суткам. При влажном созревании их доля, напротив, снижается до $\approx 2\%$.

В процессе созревания конины выявлены разнонаправленные изменения жирнокислотного состава. При влажном способе на 14 сутки наблюдается одновременное увеличение НЖК ($\approx 56\%$), снижение МНЖК и ПНЖК, но к 21 суткам все показатели снижаются. При сухом способе содержание НЖК уменьшается умеренно, МНЖК – незначительно, а ПНЖК растут особенно заметно (до $\approx 53\%$ на 21 сутки). Это связано с перераспределением липидного состава.

Соотношения МНЖК/НЖК и ПНЖК/НЖК наглядно показывают различия между способами и продолжительности созревания. При сухом способе МНЖК/НЖК возрастает ($\approx 0,50\text{--}0,68$ против $1,27$ в контроле), при влажном способе наблюдается снижение ($\approx 0,16\text{--}0,67$). Соотношение ПНЖК/НЖК при сухом способе увеличивается ($\approx 0,94\text{--}2,41$), при влажном снижается ($\approx 0,20\text{--}0,33$). Основной вклад в прирост ПНЖК при сухом способе вносит γ -линоленовая кислота (до $\approx 32,8\%$ на 21 сутки), а также линолевая кислота, остальные кислоты представлены в незначительных количествах.

Пищевые свойства конины оценивались по соотношению $\omega 6/\omega 3$, индексу атерогенности (ИА) и индексу тромбогенности (ИТ). В контрольном образце $\omega 6/\omega 3$ составляло $\approx 2,5\text{--}3,0$. При сухом способе соотношение

возрастало до $\approx 1,8$ и превышало >10 на 21 сутки, при влажном способе снижалось до $\approx 0,6$. Индекс атерогенности определялся содержанием миристиновой и пальмитиновой кислот. При сухом способе их содержание снижалось, тогда как при влажном способе наблюдалось временное увеличение на 14 сутки, которое к 21 суткам нивелировалось. Индекс тромбогенности достигал максимума на 14 сутки исключительно при сухом способе за счёт стеариновой кислоты. При влажном созревании тромбогенная активность не фиксировалась.

Таким образом, увеличение продолжительности созревания сопровождается снижением индекса атерогенности и устранением тромбогенного потенциала. Наиболее выражено данная закономерность проявляется при влажном способе созревания, что указывает на формирование более благоприятного жирнокислотного состава конины. Выявленные различия в жирнокислотном составе статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Объективным индикатором ненасыщенности липидов является йодное число (ЙЧ). Увеличение ЙЧ способствует биохимической устойчивости липидов, тем самым повышая пищевую ценность продукта. Результаты приведены в Таблицах 9 и 10.

При 14 сутках сухого и влажного созревания наблюдается равная степень ненасыщенности по МНЖК ($\approx 9\%$) (Таблица 9). К 21 суткам сухой способ сохраняет преимущество по сумме йодных чисел. При влажном способе на 21 сутки фиксируется появление отдельных компонентов, таких как олеиновая и элаидиновая кислоты.

Таблица 9 – Влияние способа и продолжительности созревания на йодные числа моновенасыщенных жирных кислот (МНЖК) конины

МНЖК	Йодное число	Продолжительность созревания (сутки)				
		1	14		21	
		Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Пальмитолеиновая (C16:1)	0,950	7,9 ^a	–	8,2 ^{ab}	12,1 ^b	–
Олеиновая (C18:1 n9c)	0,900	7,9 ^a	2,4 ^b	–	0,8 ^c	0,8 ^c
Элаидиновая (C18:1 n9t)	0,900	13,2 ^a	–	–	1,7 ^b	1,7 ^b
Эруковая (C22:1 n9)	0,780	–	–	–	2,6 ^b	–
Σ МНЖК	–	≈ 33 ^a	≈ 9 ^b	≈ 9 ^b	≈ 15 ^c	≈ 4 ^d
Примечание: « ≈ » отражает усредненное значение. « – » отражает отсутствие или следовые количества. значения расчётные, без стандартного отклонения. расчёт произведен согласно Таблицы 8.						

Таблица 10 – Влияние способа и продолжительности созревания на йодные числа полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) конины

ПНЖК	Йодное число	Продолжительность созревания (сутки)				
		1	14		21	
		Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Линолевая (C18:2 n6)	1,045	–	–	3,1 ^a	–	–
γ-Линоленовая (C18:3 n6)	1,065	–	9,4 ^b	4,7 ^a	32,8 ^c	–
Арахидоновая (C20:4 n6)	1,200	–	2,4 ^a	–	19,8 ^b	0,35 ^c
Эйкозапентаеновая (C20:5 n3)	1,350	15,8 ^a	–	–	–	0,4 ^b
Докозадиеновая (C22:2)	1,400	–	–	–	–	0,2 ^a
Σ ПНЖК	–	≈ 16 ^a	≈ 12 ^b	≈ 8 ^b	≈ 53 ^c	≈ 1 ^d
Примечание: « ≈ » отражает усредненное значение. « – » отражает отсутствие или следовые количества. значения расчётные, без стандартного отклонения. расчёт произведен согласно Таблицы 8.						

Согласно данным Таблицы 10, в группе ПНЖК при сухом способе созревания наблюдается выраженное увеличение степени ненасыщенности:

от $\approx 16^a$ до $\approx 53^c$ к 21 суткам. При влажном способе отмечается снижение на 14 сутки ($\approx 12^b$) и к 21 суткам ($\approx 1^d$).

Характер изменения йодных чисел в группах МНЖК и ПНЖК указывает на различия в биохимической устойчивости липидов, зависящих от способа и продолжительности созревания. Влажное созревание способствует стабилизации липидного состава, тогда как сухое созревание сопровождается накоплением ненасыщенных компонентов, повышающих биохимическую активность липидной фракции. Корреляционный анализ позволил определить взаимосвязь аминокислотного и жирнокислотного состава.

По мере роста содержания НК (лизин, лейцин, валин) фиксировалось последовательное увеличение доли ПНЖК и спадом индекса атерогенности. Обратная зависимость между метионином и индексом тромбогенности показывает на роль аминокислот снижающих риск для сердечно-сосудистой системы. Сбалансированный аминокислотный профиль связан с высокой биохимической устойчивостью липидов, на основе положительной связи йодного числа и коэффициентом различия аминокислотного сора (КРАС).

Способ сухого созревания концентрирует накопление ПНЖК и МНЖК, повышает йодное число и устойчивость к окислению липидов, что находит прямое отражение в биологической ценности продукта. Влажный способ созревания напротив снижает тромбогенный риск и на начальной стадии стабилизирует состав липидов.

Способ и продолжительность созревания является определяющим фактором в становлении биохимической устойчивости липидов, жирнокислотного состава и йодного числа. Сравнительная характеристика аминокислотного и жирнокислотного состава конины свидетельствует о синергетическом взаимодействии на пищевую ценность в зависимости от интеграции нескольких биохимических показателей.

3.6 Исследование влияния сухого и влажного созревания на цвет конины

Цвет мяса является одним из наиболее наглядных показателей свежести и состояния продукта для потребителей. В работах отдельных исследователей постулируется [118;120], что цвет мяса с точки зрения потребителей воспринимается как показатель нежности, продолжительности хранения и безопасности. Цвет конины оценивали инструментально и визуально. Полученные данные об изменении цветовых характеристик конины в зависимости от способа (сухое и влажное) и продолжительности созревания (14 и 21 сутки) представлены на Рисунке 11 и в Таблице 11.

Рисунок 11 – Влияние способа и продолжительности созревания на внешний вид поверхности конины

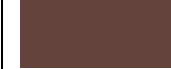
Способ созревания	Продолжительность созревания (сутки)		
	1 Контроль	14	21
Сухое			
Влажное			

Оценка конины сухого созревания (Рисунок 11) показала, что цвет поверхности конины в течение 21 суток значительно изменяется от коричневого до темно-коричневого. Потемнение поверхности связано с уменьшением содержания воды и усушкой поверхностного слоя, что способствовало снижению отраженного света. В образцах сухого созревания к 14 суткам появляется белый налет, связанный с присутствием гималайской

соли в камере. При влажном созревании цвет поверхности конины визуально изменился незначительно, оставался более светлым по сравнению с контрольным образцом, что обусловлено вакуумной упаковкой, защищающей миоглобин от окисления кислородом воздуха. Согласно [49;155], после вскрытия вакуумной упаковки миоглобин под воздействием кислорода образует пигмент метмиоглобин (серо–коричневого цвета), и мясо темнеет.

Инструментальная оценка цвета в системе CIELab (Таблица 11) позволила определить цветовые характеристики по координатам: L^* – светлота, a^* – краснота, b^* – синева.

Таблица 11 – Влияние способа и продолжительности созревания на цвет поверхности конины в системе CIELab и органолептическую оценку

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)				
	1	14		21	
	Контроль	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Светлота, L	$35,20 \pm 1,5^a$	$34,20 \pm 1,5^a$	$32,40 \pm 1,5^b$	$17,60 \pm 1,5^c$	$21,40 \pm 1,5^c$
Краснота, a	$37,10 \pm 2,0^a$	$-1,70 \pm 2,0^c$	$13,20 \pm 2,0^b$	$-2,10 \pm 2,0^c$	$15,20 \pm 2,0^b$
Синева, b	$27,00 \pm 1,0^a$	$3,40 \pm 1,0^c$	$12,00 \pm 1,0^b$	$2,90 \pm 1,0^c$	$16,30 \pm 1,0^b$
Степень красноты a/b	$1,40 \pm 0,1^a$	$0,50 \pm 0,1^c$	$1,11 \pm 0,1^b$	$0,70 \pm 0,1^c$	$0,93 \pm 0,1^b$
Насыщенность, S	45,8 ^a	3,8 ^c	17,9 ^b	3,6 ^c	22,3 ^b
Цветовой тон, H	0,6304 ^a	-1,1131 ^c	0,7339 ^b	-0,9590 ^c	0,8222 ^b
Полные цветовые различия, ΔE	—	45,31 ^a	28,18 ^b	49,05 ^a	27,85 ^b
Название цвета (визуальная интерпретация)	Красный	Брезентово — серый	Каштаново — коричневый	Сигнальный — чёрный	Махагон — коричневый
Цветовой эталон					
Примечание: показатели S, H и ΔE являются расчётными, поэтому стандартные отклонения не приводятся. для контрольной группы ΔE не рассчитывался					

Как следует из Таблицы 11, значение светлоты L^* для конины сухого созревания к 14 суткам составило 34,20, что превышает значения для конины влажного созревания к этому же сроку ($L^* = 32,40$), вероятно, за счёт образования белого налета. К 21 суткам сухого созревания L^* снизилось до 17,6 вследствие окисления миоглобина и увеличения его концентрации в поверхностном слое за счет удаления воды.

Значения координаты красноты a^* при сухом созревании были отрицательными, что отражает окислительные изменения гемовых пигментов: контрольный образец $a^* = 37,10$, снижение к 14 суткам до $-1,70$ и до $-2,10$ к 21 суткам. Координата синевы b^* сухого созревания снизилась с 27,00 (контроль) до 3,40 к 14 суткам и до 2,90 к 21 суткам. Насыщенность цвета S сухого созревания уменьшилась к 14 суткам до 3,8 и оставалась почти неизменной к 21 суткам (3,6), цветовой тон H изменялся незначительно.

Цветовые различия между сухим и влажным созреванием значительно отличаются как к 14, так и к 21 суткам, составляют от 17,13 до 21,20 единиц ΔE .

При влажном созревании наблюдалось постепенное снижение светлоты L^* с контрольных 35,20 до 32,40 к 14 суткам и до 21,40 к 21 суткам. Краснота a^* к 14 суткам снизилась на 64,40 %, а к 21 суткам увеличилась до 15,20 по сравнению с 14 сутками. Координата синевы b^* также увеличилась к 21 суткам, способствуя формированию коричневой окраски поверхности. Насыщенность цвета S повышалась с 17,90 до 22,30 при увеличении продолжительности влажного созревания с 14 до 21 суток. Цветовой тон H оставался устойчивым, демонстрируя стабильность цвета, различного человеческим глазом. Полные цветовые различия ΔE находятся в пределах восприятия человеческим глазом различий сравниваемых образцов и составляет менее 3,0, что согласуется с исследованиями [76].

Органолептическая оценка показала, что сухое созревание приводит к более глубоким изменениям цвета – от брезентово-серого до сигнально–

чёрного. После удаления поверхностного слоя (корочки) у конины сухого созревания выявлен бордовый оттенок. Влажное созревание, напротив, обеспечивает более стабильный цвет поверхности – от каштаново–коричневого до махагона–коричневого.

Выявленные различия в цветовых характеристиках конины оказались статистически достоверными ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Визуальная оценка созревания конины не полностью отражает органолептические показатели, поэтому проводилось сравнение инструментальных и визуальных данных в системе CIELab. В разделе 4.2 приведена полная органолептическая оценка после тепловой обработки. Таким образом, способ и продолжительность созревания наглядно демонстрируют визуальные изменения цвета, а количественные показатели инструментального анализа подтверждают визуальные наблюдения потребительской привлекательности конины.

3.7 Исследование микробиологических показателей конины сухого и влажного созревания

Отбор микроорганизмов базировался на условиях и параметрах среды созревания, литературных данных о типичных микроорганизмах, а также требованиях ТР ТС 034/2013, что обеспечило нормативную корректность исследования (Таблица 12). Как следует из данных Таблицы 12, все исследуемые образцы конины при сухом и влажном созревании соответствовали требованиям ТР ТС 034/2013 о безопасности мяса и мясной продукции. Анализ микробиологических показателей показал, что способ созревания оказывает влияние на уровень КМАФАнМ. В конине сухого созревания показатель КМАФАнМ был ниже, чем при влажном способе: к 14 суткам – 3×10^2 , к 21 суткам – 5×10^2 , тогда как при влажном созревании значения достигали 5×10^2 и 9×10^2 соответственно, что согласуется с

исследованиями [92;129], где показано, что продолжительность созревания мяса влияет на количество микробиологических опасностей и бактерий, вызывающих порчу.

Таблица 12 – 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	1×10^3	5×10^{2a}	3×10^{2b}	7×10^{2c}	5×10^{2a}	9×10^{2c}
Дрожжи, КОЕ/г	—	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Плесени, КОЕ/г	—	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Патогенные, в том числе Salmonella, в 25 г	н/д	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Бактерии рода Proteus, в 1 г	н/д	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Listeria monocytogenes, в 25 г	н/д	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
БГКП (колиформы), в 1 г	н/д	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Молочнокислые микроорганизмы, КОЕ/г	—	—	—	н/о	—	н/о
Примечание: Н/д – не допускается. Н/о – не обнаружено.						

При созревании в контролируемых условиях наблюдается снижение микробной обсеменённости [68;146]. В исследуемых образцах не обнаружены дрожжи, плесени, патогенные микроорганизмы, включая Salmonella, бактерии рода Proteus, Listeria monocytogenes, БГКП (колиформы) и молочнокислые микроорганизмы.

Следовательно, сухое созревание обеспечивает более низкую микробную обсеменённость по сравнению с влажным способом.

Выявленные различия в микробиологических показателей конины статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Регистрация микробиологических показателей осуществлялась в контрольных точках с заданной периодичностью на 1, 14, 21 сутки, исследование в промежуточных периодах динамики микрофлоры не проводилось. Установлено, что длительное хранение и созревание способствуют концентрации биогенных аминов (гистамин, тирамин и др.) отдельных метаболитов, что приводит к снижению безопасности и качества продукции. Указанный аспект находился вне рамок задач данного этапа исследования.

При этом наблюдается интерес ученых [58; 86; 99; 124; 133] к исследованию комбинирования способов, более длительной продолжительности созревания, использования разнообразных способов тепловой обработки.

Установлено, что сухое и влажное созревание продолжительностью 14 и 21 суток по микробиологическим показателям соответствуют требованиям ТР ТС 034/2013. Контроль послужил отправной точкой для оценки роста микробной обсеменённости.

Таким образом, применение сухого и влажного способов (14 и 21 сутки) созревания конины позволяет получить безопасный продукт.

3.8 Заключение по главе 3. Результаты исследований конины сухого и влажного созревания

Системная оценка параметров качества и безопасности в зависимости от способа и продолжительности созревания обосновала взаимозависимость физико–химических, структурно–механических, микроструктурных, биохимических, цветовых и микробиологических показателей конины. Контроль послужил исходной точкой для анализа динамики изменений.

Сухое созревание конины способствовало снижению массовой доли влаги и повышению концентрации белка, что обусловило более плотную и упругую структуру мышечной ткани, с последующим повышением энергетической ценности. Микроструктурный анализ зафиксировал ослабление связей и деградацию миофибрилл мышечной ткани, что напрямую влияло на снижение усилия резания и подтвердило значимость протеолиза в становлении нежности.

Совокупность условий протеолитических процессов, а также химического и аминокислотного состава определяли вкусовые и ароматические характеристики конины.

Цветовые характеристики в системе CIELab показали, что между сухим и влажным способами и продолжительностью созревания имеются различия, снижение влаги и окисление миоглобина обусловило потемнение поверхности конины сухого созревания, тогда как вакуумная упаковка при влажном созревании обеспечила насыщенность цвета и стабильность светлоты.

Микробиологические значения сухого способа созревания конины показали низкий уровень КМАФАнМ, по сравнению с влажным способом созревания, что соответствовало нормам безопасности. Соответствие требованиям и безопасность по ТР ТС 034/2013 нашли свое подтверждение в отсутствии дрожжей, плесени, бактерий и других патогенных микроорганизмов.

Сухой способ созревания отличался более качественными показателями, вследствие биохимических, протеолитических и микроструктурных изменений, а также перераспределения влаги, оставаясь при этом микробиологически безопасным. Влажный способ созревания сохранял сочность и визуальную привлекательность, но по органолептическим характеристикам уступал сухому созреванию.

Продолжительность созревания оказывает определяющее воздействие на весь комплекс показателей, при этом, выраженная трансформация

наблюдается на 14 и 21 сутки, что обеспечивает возможность обосновать технологические сроки.

Установленные зависимости показателей качества конины представлены через уравнения регрессии с указанием характера зависимости и коэффициентов достоверности аппроксимации (R^2), что повышает достоверность полученных результатов исследования. Формализованные модели приведены в Приложении А.

На основании комплексного анализа данных по физико–химическим, микроструктурным, биохимическим и микробиологическим показателям можно обоснованно рекомендовать сухое созревание как предпочтительный способ созревания конины для формирования высококачественного продукта с оптимальными технологическими, органолептическими и биохимическими характеристиками, при обеспечении безопасности и стабильности конечного продукта.

ГЛАВА 4 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках разработки технологии созревания конины были учтены режимы и специфика технологических процессов. Полученные результаты позволили адаптировать способы сухого и влажного созревания, обеспечив повышение потребительских и технологических характеристик продукта.

4.1 Разработка технологии сухого и влажного созревания конины

При разработке технологии сухого и влажного созревания конины спинно–поясничный отруб выделяли из туши по следующим анатомическим линиям (Рисунок 12):

- передняя граница – между последним грудным позвонком и соответствующим ребром;
- задняя граница – между шестым поясничным и первым крестцовым позвонками вдоль передней кромки подвздошной кости (маклока);
- нижняя граница – параллельно позвоночному столбу на расстоянии 75 мм от тел позвонков.

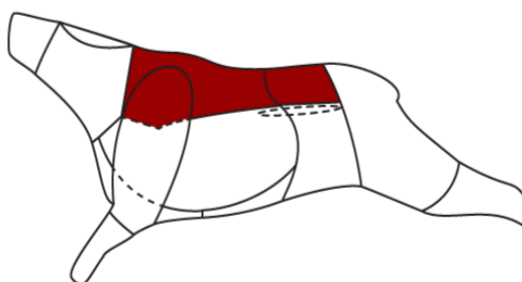


Рисунок 12 – Анатомические границы спинно–поясничного отруба конины

Анатомическая структура отруба (Рисунок 12) служила основой для расчёта выхода конины и костей, а также индекса мясности (Таблица 13).

Таблица 13 – Выход конины и костей из спинно–поясничного отруба по отношению к массе полутуши и индекс мясности

Наименование	Выход, % к массе полутуши (на кости)	Выход конины, %	Выход костей, %	Индекс мясности
Спинно–поясничный отруб	$27,25 \pm 1,12^a$	$19,62 \pm 0,85^a$	$7,63 \pm 0,42^b$	$2,57 \pm 0,08^a$

Анализ данных Таблицы 13 позволил установить высокую мясную продуктивность спинно–поясничного отруба, выражающуюся в значительном выходе бескостной конины и соотношении конины к костям. Полученное значение индекса мясности ($2,57 \pm 0,08$) подтверждает целесообразность использования данного отруба для получения цельномышечных полуфабрикатов.

Для более детальной оценки технологической пригодности длиннейшей мышцы (*m. longissimus dorsi*) был проведён анализ морфологического состава, представленный в Таблице 14.

Таблица 14 – Морфологический состав длиннейшей мышцы (*m. longissimus dorsi*) конины (в % к массе мышцы)

Наименование	Мышечная ткань	Соединительная и жировая ткань
Длиннейшая мышца (<i>m. longissimus dorsi</i>)	$86,16 \pm 1,05^a$	$13,84 \pm 1,05^b$

Анализ Таблицы 14 показал, что содержание мышечной ткани в 6,2 раза выше, чем соединительной и жировой тканей, что демонстрирует высокую мясную ценность. Благодаря таким пропорциям обеспечиваются однородность, равномерность созревания и технологическая пригодность.

Указанные различия морфологического состава и выхода конины и костей статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Вышеуказанные результаты подтверждают выбор длиннейшей мышцы (*m. longissimus dorsi*) конины в качестве сырья для производства цельномышечных полуфабрикатов, используемых при сухом и влажном созревании.

Из двух спинно–поясничных отрубов общей массой $54,5 \pm 0,5$ кг (по $27,25 \pm 0,25$ кг каждый) анатомически выделены четыре мышцы – левая и правая. Общая масса полученных мышц составила $13,6 \pm 0,2$ кг, в среднем по $3,4 \pm 0,1$ кг каждая (Рисунок 13).

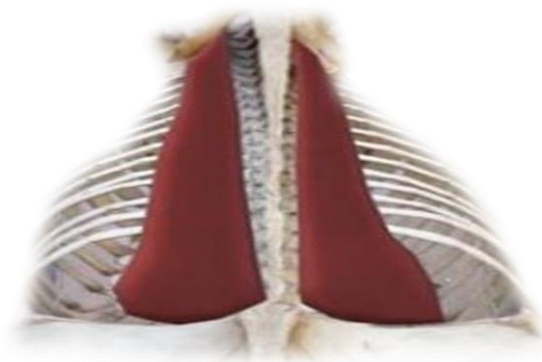


Рисунок 13 – Левая и правая длиннейшая мышца (*m. longissimus dorsi*) спинно–поясничного отруба конины

Каждый цельномышечный полуфабрикат, сформированный из длиннейшей мышцы спины (*m. longissimus dorsi*), подвергался глубокой зачистке с удалением поверхностных плёнок, сухожилий и соединительной ткани. Также осуществлялось частичное снятие поверхностного слоя с целью улучшения воздухообмена и формирования правильной геометрии полуфабриката. На Рисунке 14 представлены два цельномышечных полуфабриката – левая и правая мышца, выделенные из одного спинно–поясничного отруба и подготовленные к созреванию.



Рисунок 14 – Цельномышечные полуфабрикаты из длинейших мышц спины (*m. longissimus dorsi*) конины после зачистки

После зачистки и стандартизации цельномышечные полуфабрикаты из длинейших мышц спины (*m. longissimus dorsi*) были подготовлены к созреванию. Образцы случайным образом распределяли по группам в зависимости от способа (сухое и влажное) и продолжительности созревания (14 и 21 сутки).

В зависимости от выбранного способа и установленной продолжительности созревания (14–21 сутки) цельномышечные полуфабрикаты направлялись на соответствующую технологическую подготовку. Камеры сухого и влажного созревания подготавливались с соблюдением санитарных требований и параметров микроклимата.

Способ сухого созревания

Для сухого созревания использовался цельномышечный полуфабрикат без предварительной нарезки, массой около $3,4 \pm 0,2$ кг. Размещение осуществляли в шкафу сухого созревания – на решётках или путём подвешивания на крюках с интервалом не менее 10 см, обеспечивающим свободную циркуляцию воздуха (Рисунок 15). Для равномерного протекания

биохимических процессов проводили перемещение образцов между уровнями один раз в 7 суток. Использовалось оборудование Samaref (модель SAMAREFDE 700 RFPVBK, Италия).



Рисунок 15 – Пример размещения полуфабриката в шкафу сухого созревания

Для снижения влажности и ограничения микробной активности в воздухе применялась гималайская соль, размещаемая на дне камеры или вдоль её боковых стенок (Рисунок 16).



Рисунок 16 – Пример размещения гималайской соли в шкафу сухого созревания

Способ влажного созревания

При влажном созревании целномышечный полуфабрикат массой около $3,4 \pm 0,2$ кг предварительно нарезали поперёк мышечных волокон на

порционные стейки. Каждому стейку придавали товарный вид, после чего его упаковывали в вакуумные пакеты из материала полиамид/полиэтилен (PA/PE) толщиной 120 мкм с использованием упаковочного аппарата Turbovac ST-320 (Turbovac, Нидерланды). Внешний вид упаковки и оборудования представлен на Рисунках 17 и 18. Контроль качества упаковки осуществляли в соответствии с действующей производственной инструкцией, предусматривающей проверку её герметичности и целостности.



Рисунок 17 – Пример вакуумной упаковки полуфабрикатов, подготовленных к влажному созреванию



Рисунок 18 – Вакуумный упаковочный аппарат Turbovac ST-320 (Turbovac, Нидерланды)

Размещение образцов проводили на решётках в производственной холодильной камере Polair (модель CC214-S, Polair, Россия), подготовленной в соответствии с санитарно-технологическими регламентами,

обеспечивающими стабильность микроклимата и безопасность процесса (Рисунок 19).



Рисунок 19 – Пример размещения полуфабрикатов в вакуумной упаковке на решётках в холодильной камере влажного созревания

Технологическая обработка после созревания

После сухого созревания полуфабрикат подвергался зачистке плотной поверхностной корочки толщиной до 2 см, образовавшейся в результате дегидратации и ферментативных изменений (Рисунок 20). После удаления корки изделию придавали товарный вид (Рисунок 21) и направляли на тепловую обработку.



Рисунок 20 – Конина сухого созревания с плотной поверхностной корочкой



Рисунок 21 – Конина сухого созревания после зачистки поверхностной корочки

После влажного созревания полуфабрикат извлекался из вакуумной упаковки, формировался и направлялся на тепловую обработку (Рисунок 22).



Рисунок 22 – Конина влажного созревания

Внешний вид и цвет на разрезе целномышечных полуфабрикатов после различных способов и продолжительности созревания представлены на Рисунке 23.

Перед направлением на тепловую обработку полуфабрикаты оценивали по ряду технологических показателей, включая потери массы, возникающие в процессе созревания. Результаты представлены в Таблице 15.

Рисунок 23 – Влияние способа и продолжительности созревания на внешний вид и цвет в разрезе целномышечных полуфабрикатов конины



Таблица 15 – Влияние способа и продолжительности созревания конины на потери массы

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)			
	14		21	
	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Масса при закладке, г	994,20 ± 0,5 ^a	994,10 ± 0,4 ^a	994,00 ± 0,4 ^a	994,30 ± 0,3 ^a
Масса после созревания, г	943,50 ± 0,6 ^b	980,20 ± 0,5 ^c	911,50 ± 0,5 ^d	923,40 ± 0,5 ^c
Потери массы, г	50,70 ± 0,8 ^b	13,90 ± 0,6 ^c	82,50 ± 0,7 ^d	70,90 ± 0,6 ^c
Потери массы, %	5,10 ± 0,4 ^b	1,40 ± 0,3 ^c	8,30 ± 0,5 ^d	7,10 ± 0,4 ^c
Примечание: масса при закладке указана как модельная порция (~994 г), стандартизированная для расчётов и сопоставления показателей. эксперимент проводился в производственных условиях, а использование фиксированной массы позволяет исключить влияние вариаций мышц. погрешности отражают реальные колебания, обусловленные испарением влаги, неоднородностью структуры и точностью весов.				

Анализ данных Таблицы 15 показал, что потери массы зависят от способа и продолжительности созревания. При сухом созревании к 14 и 21 суткам потери массы составили 5,10 % и 8,30 % соответственно, что существенно превышает потери массы при влажном способе – 1,40 % и 7,10 % на соответствующую продолжительность. Более низкие потери при

влажном способе обусловлены установлением равновесной влажности внутри вакуумной упаковки, которая предотвращает испарение влаги и способствует её сохранению в продукте. Таким образом, при влажном созревании в конине сохраняется больше влаги, что приводит к снижению потерь массы (усушки) по сравнению с сухим способом [124].

Сравнение динамики потерь между 14 и 21 сутками показывает, что при увеличении продолжительности созревания потери массы возрастают для обоих способов, однако прирост потерь при сухом созревании более выражен (с 5,10 % до 8,30 %) по сравнению с влажным способом (с 1,40 % до 7,10 %).

В дополнение к потерям массы, были учтены потери, связанные с удалением поверхностной корки, образующейся в процессе созревания. Результаты представлены в Таблице 16.

Таблица 16 – Влияние способа и продолжительности созревания конины на потери массы после зачистки

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)			
	14		21	
	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Масса до зачистки, г	943,50 ± 1,0 ^a	980,20 ± 1,0 ^a	911,50 ± 0,8 ^b	923,40 ± 0,6 ^a
Масса после зачистки, г	821,40 ± 1,2 ^b	—	748,30 ± 1,0 ^c	—
Потери массы, г	121,60 ± 1,6 ^b	—	163,20 ± 1,3 ^c	—
Потери массы, %	12,90 ± 0,2 ^b	—	17,90 ± 0,2 ^c	—
Примечание: зачистка не проводилась для образцов влажного способа. погрешности рассчитаны с учётом суммарной неточности взвешивания до и после обработки.				

Анализ данных, представленных в Таблице 16, показал, что величина потерь массы при зачистке увеличивается с ростом продолжительности сухого созревания. Так, на 14 сутки потери составили 12,90 %, а к 21 суткам достигли 17,90 %. Полученные результаты согласуются с данными

литературы [80; 93], где также отмечается увеличение потерь при удлинении продолжительности сухого созревания. В отличие от этого, при влажном созревании потери при зачистке не наблюдаются, что связано с использованием вакуумной упаковки, препятствующей образованию поверхностной корки.

Суммарные потери массы при сухом созревании в данном исследовании составили 18,00 % на 14 сутки и 26,20 % на 21 сутки. По всей видимости, данные потери связаны с равной массой образцов, стабильными условиями среды и тщательной зачисткой. Необходимо подчеркнуть, что потери при зачистке конины сухого созревания оказались выше потерь в процессе созревания. Согласно результатам некоторых работ [123], при сухом созревании потери массы доходят до 65 %, а на итоговые значения потерь оказывают воздействие режимные параметры, масса отрубов, анатомические и морфологические особенности, мастерство персонала и другие факторы.

Указанные различия в потерях массы при созревании статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

При рассмотрении условий хранения конины с технологической и санитарной точек зрения этот аспект является существенным и дополняется результатами исследований, подтверждёнными нормативными документами.

Согласно ГОСТ Р 70354–2022 и МУК 4.2.1847–04 Санитарно–эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов на основании совокупности полученных результатов о сохранении качества, безопасности и органолептических свойств исследованных образцов конины не менее чем от 3–х партий, установлено, что конина влажного созревания сохраняет свои свойства в течение 21 суток, что дает основание хранить ее в течение 16 суток. Конина сухого созревания соответствовала установленным требованиям при хранении

в течение 39 суток, что позволяет установить срок хранения (годности) 30 суток.

Указанные данные послужили основанием для авторской разработки комплекса технологических усовершенствований, направленных на повышение качества, стабильности и товарной привлекательности цельномышечных полуфабрикатов из конины.

Ключевые положения авторской технологии:

- анатомически точное выделение *m. longissimus dorsi* с сохранением целостности мышечного массива, что обеспечивает однородность морфологической структуры и предсказуемость процессов созревания;
- глубокая зачистка мышечной ткани, включающая удаление соединительнотканых элементов, плёнок и сухожилий, способствует улучшению текстуры и товарного вида полуфабриката;
- частичное снятие поверхностного слоя направлено на усиление воздухообмена, формирование правильной геометрии и обеспечение равномерности биохимических процессов;
- адаптация технологии к режиму влажного созревания, включая предварительную нарезку на порционные стейки, вакуумную упаковку с контролем герметичности;
- интервальное размещение образцов в камере с воздушным зазором не менее 10 см и периодическое изменение положение решёток (1 раз в 7 суток) обеспечивают равномерность созревания и минимизацию зон с нарушенной циркуляцией воздуха.

Сравнительный анализ стандартной и авторской технологии представлен в Таблице 17.

На Рисунке 24 представлена технологическая схема подготовки, созревания и обработки длиннейшей мышцы конины. Схема включает краткое описание операций, параметры режимов сухого и влажного созревания, а также этапы последующей обработки полуфабрикатов и хранения.

Таблица 17 – Сравнительный анализ стандартной и авторской технологии

Этап обработки	Стандартная технология	Авторская модификация
Зачистка спинно– поясничного отруба	Поверхностная	Глубокая зачистка с удалением плёнок, сухожилий и соединительной ткани
Снятие поверхностного слоя	Не предусмотрено	Частичное снятие поверхностной ткани для улучшения воздухообмена
Выделение <i>m. Longissimus dorsi</i>	Не акцентируется	Целенаправленное выделение мышцы с однородной морфологией как объекта созревания
Нарезка перед созреванием	Не проводится (при сухом созревании)	При влажном созревании – предварительная нарезка на порционные стейки
Упаковка	Не применяется (при сухом созревании)	При влажном созревании – вакуумная упаковка с контролем герметичности
Размещение в камере	Без учёта циркуляции воздуха	Интервальное размещение с обеспечением воздушного зазора не менее 10 см
Микроклимат	Общие параметры без стабилизаторов	Использование гималайской соли для стабилизации влажности и микрофлоры
Ротация образцов	Не предусмотрена	Периодическая ротация решёток для равномерного созревания (1 раз в 7 суток)

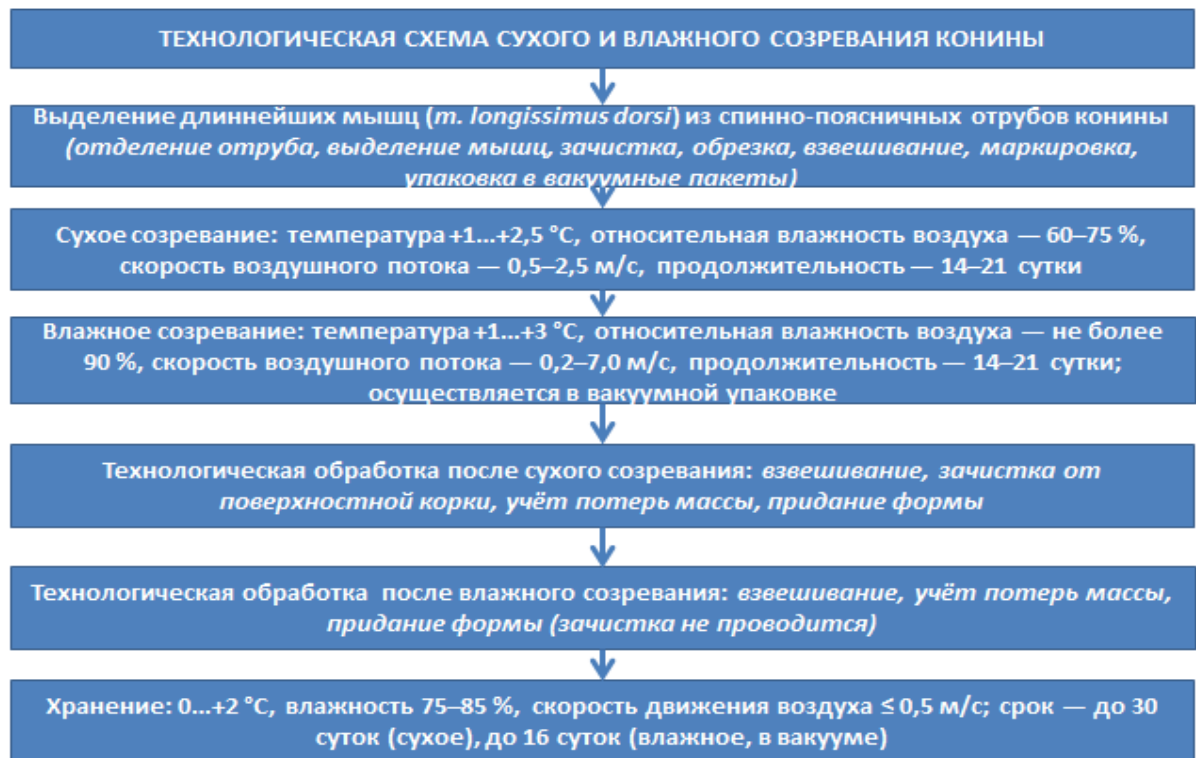


Рисунок 24 – Технологическая схема сухого и влажного созревания конины

На Рисунке 24 представлена разработанная технологическая схема подготовки, созревания и обработки длиннейших мышц конины (*m. longissimus dorsi*). Схема отражает заключительный этап исследования и обеспечивает реализацию поставленной цели — научное обоснование технологии сухого и влажного созревания. В ней систематизированы результаты экспериментальных данных: анатомически точное выделение мышц, стандартизация полуфабрикатов, параметры режимов созревания, этапы последующей обработки и хранения.

Для обеспечения безопасности и стабильности качества продукции дополнительно выделены критические контрольные точки (ККТ), определённые на основе анализа рисков:

- ККТ–1: контроль температуры и влажности в камерах созревания (сухое: +1...+2,5 °С, 60–75 %; влажное: +1...+3 °С, ≤ 90 %);
- ККТ–2: герметичность вакуумной упаковки при влажном созревании;

- ККТ–3: санитарная обработка камер каждые 48 часов с применением щелочных и хлорсодержащих средств;
- ККТ–4: микробиологический контроль полуфабрикатов на 14 и 21 сутки.

Хранение осуществляется при температуре $0...+2^{\circ}\text{C}$, влажности 75–85 %, скорости движения воздуха $\leq 0,5$ м/с; срок хранения – до 30 суток при сухом способе созревания и до 16 суток при влажном способе (в вакууме). В производственных условиях сроки созревания корректируются с учётом массы отрубов, что обеспечивает равномерность качества продукции. В рамках настоящего исследования данная зависимость не анализировалась.

Практическая реализация результатов работы показала, что выбор способа и продолжительности созревания конины является ключевым фактором, определяющим технологические, органолептические и биохимические характеристики продукта. Сухое созревание обеспечивает более выраженные изменения структуры и текстуры, повышение концентрации белка и плотности мышечной ткани, формирование глубокого вкусоароматического профиля, а также гарантированную низкую микробную обсеменённость, при этом сроки хранения достигают 30 суток. Влажное созревание обеспечивает сохранность конины до 16 суток, способствует стабильности цвета и сочности.

Разработанная технология сухого и влажного созревания, выполненная в соответствии с технологическими операциями, и комплексный анализ критических контрольных точек позволяет обеспечить прогнозируемые потери массы равномерного развития биохимических процессов и безопасность конины. С учетом вышеизложенного, можно рассматривать предложенную технологию созревания конины как перспективное направление производства с установленными органолептическими и технологическими параметрами.

Эффективность представленной технологии созревания конины подтверждается всесторонней оценкой качества стейков после тепловой обработки (раздел 4.2).

4.2 Комплексная оценка качества и безопасности стейков конины сухого и влажного созревания после тепловой обработки

В представленном разделе осуществлена комплексная оценка результатов качества и безопасности стейков конины сухого и влажного созревания продолжительностью 14 и 21 сутки, прошедших тепловую обработку.

Стейк конины – это модельный порционный кусок, нарезанный перпендикулярно направлению волокон из цельномышечного полуфабриката. Данный подход обуславливает воспроизводимость результатов комплексной оценки.

Тепловая обработка (жарка) проводилась по стандартизированной технологической схеме. Поверхность порции продукта обсушивали бумажными полотенцами, после чего смазывались растительным маслом с обеих сторон и слегка натирались крупной морской солью.

Обжаривание осуществлялось на предварительно раскалённой сковороде гриль или сковороде с толстым дном при температуре поверхности $280^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$:

- по 1–1,5 минуты с каждой стороны до образования корочки и закрытия пор;
- выполнялся дополнительный переворот для получения характерного рисунка от решётки;
- затем интенсивность нагрева снижалась до минимального уровня, и тепловая обработка продолжалась по 3 минуты с каждой стороны до достижения степени тепловой обработки Medium.

Контроль готовности осуществляли по температуре в центре стейка, которая должна была составлять $54-55 \pm 1$ °С. Измерения проводили с использованием термометра Kitfort КТ-2066 (Россия). После завершения тепловой обработки стейк охлаждался в течение 1 минуты при температуре $8-10 \pm 1$ °С с добавлением соли, что способствовало стабилизации соков и улучшению текстурных характеристик. Готовый стейк сервировался с добавлением свежемолотого чёрного перца, морской соли, веточки тимьяна и кусочка сливочного масла.

Завершив этап сервировки, далее проводили оценку потерь массы стейков конины, обусловленных тепловой обработкой, с учётом способа и продолжительности созревания. После завершения тепловой обработки стейки взвешивались, и на основании полученных данных рассчитывались потери массы. Исходная масса стейков до тепловой обработки варьировала от $198,90 \pm 0,7$ до $211,10 \pm 1,1$ г, что соответствует естественной вариативности порционированного сырья (разброс составил 12 г). Такой диапазон признан допустимым для обеспечения сопоставимости между группами. Результаты определения представлены в Таблице 18.

Таблица 18 – Влияние способа и продолжительности созревания на потери массы конины после тепловой обработки

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)			
	14		21	
	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Масса до тепловой обработки, г	$206,90 \pm 0,8^a$	$211,10 \pm 1,1^a$	$198,90 \pm 0,7^b$	$205,20 \pm 0,8^a$
Масса после тепловой обработки, г	$171,60 \pm 1,2^b$	$170,00 \pm 1,2^c$	$168,70 \pm 1,2^b$	$170,00 \pm 1,2^c$
Потери массы, г	$35,30 \pm 1,4^b$	$41,10 \pm 1,6^c$	$30,20 \pm 1,4^d$	$35,20 \pm 1,4^c$
Потери массы, %	$17,09 \pm 0,3^b$	$19,47 \pm 0,4^c$	$15,19 \pm 0,3^d$	$17,14 \pm 0,3^c$

Данными, представленными в Таблице 18, зафиксировано следующее: при тепловой обработке стейков сухого созревания продолжительностью 14 и 21 суток потери массы составляют 17,09 % и 15,19 % соответственно, тогда как у стейков влажного созревания аналогичной продолжительности – 19,47 % и 17,14 %. Разница между продолжительностью и способом созревания стейков при тепловой обработке достигает 2,38 % и 1,95 %. Полученные сведения относительно сухого способа созревания согласуются с результатами анализа общей влаги и водосвязывающей способности (ВВС). Это подтверждает, что вследствие испарения свободной влаги и упрочнения связей остаточной влаги интенсивность потерь массы при тепловой обработке существенно снижается [68]. Данные по влажному способу созревания согласуются с результатами исследования [99].

В целом, потери массы стейков конины сухого созревания ниже, чем у стейков влажного созревания, что также подтверждается результатами работы [86], где указано, что конина влажного созревания характеризуется более высокими потерями при тепловой обработке. Из полученных данных следует, что потери массы при тепловой обработке стейков зависят как от способа, так и от продолжительности созревания, варьируя от 15,19 % до 19,47 %. При тепловой обработке влага испаряется преимущественно с поверхности, а растворимые вещества (экстрактивные, минеральные, белковые, витаминные) сохраняются в стейке. Полученные результаты согласуются с данными исследований [58; 124; 133] и зависят от степени прожаренности (внутренней температуры) мяса.

Выявленные различия по потерям массы при тепловой обработке стейков сухого и влажного созревания статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Для оценки влияния способа и продолжительности созревания на химический состав и энергетическую ценность стейков использованы показатели, представленные в Таблице 19 и Рисунке 25.

После тепловой обработки наблюдалось снижение массовой доли влаги с учётом способа и продолжительности созревания в стейках сухого созревания от 61,51 % до 59,85 % при продолжительности созревания 14 и 21 сутки соответственно (Таблица 19).

Таблица 19 – Влияние способа и продолжительности созревания на химический состав и энергетическую ценность стейков после тепловой обработки

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)			
	14		21	
	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Массовая доля влаги, %	59,85 ± 0,25 ^a	62,79 ± 0,31 ^b	58,90 ± 0,12 ^a	61,51 ± 0,14 ^b
Массовая доля белка, %	32,10 ± 0,09 ^a	29,11 ± 0,08 ^b	32,81 ± 0,12 ^a	29,79 ± 0,06 ^b
Массовая доля жира, %	4,37 ± 0,03 ^a	4,02 ± 0,02 ^b	4,48 ± 0,03 ^a	4,17 ± 0,02 ^b
Массовая доля золы, %	1,88 ± 0,03 ^a	1,98 ± 0,04 ^b	1,94 ± 0,03 ^a	2,02 ± 0,03 ^b
Энергетическая ценность, ккал/100 г	167,73 ^a	152,62 ^b	171,56 ^a	156,69 ^b

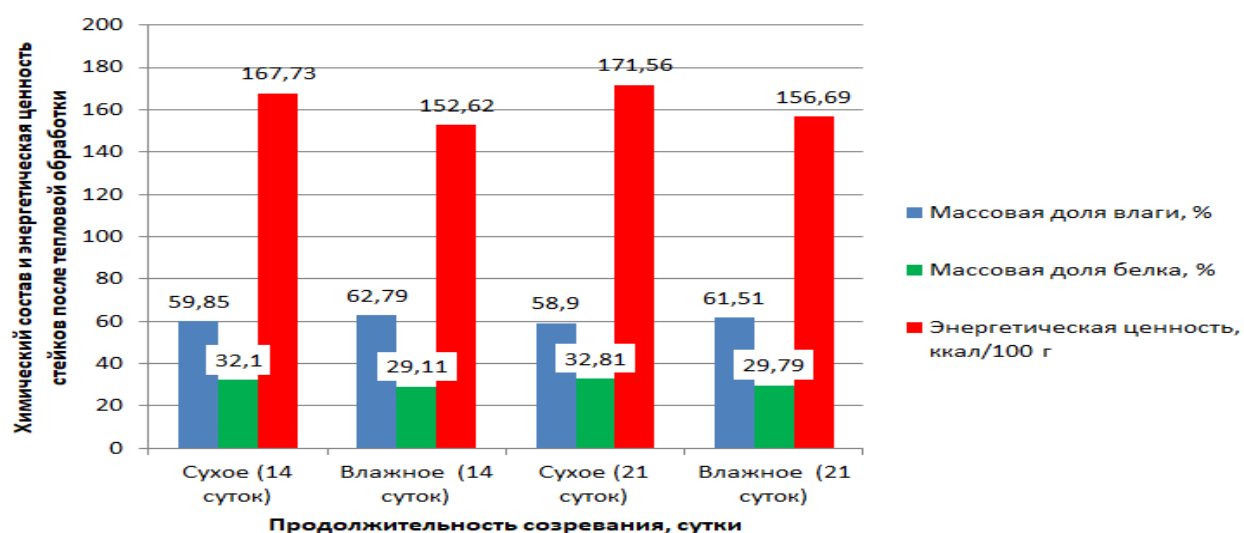


Рисунок 25 – Влияние способа и продолжительности созревания на химический состав и энергетическую ценность стейков после тепловой обработки

В образцах влажного созревания аналогичное снижение составило от 62,79 % до 61,51 %. Такая динамика указывает на более выраженные потери влаги при тепловой обработке стейков, прошедших влажное созревание, что связано с отсутствием плотной поверхностной корки и сохранением большей исходной влаги (Рисунок 25).

Как показали исследования, массовая доля белка при продолжительности созревания 14 и 21 сутки составила: при сухом способе – 32,10 % и 32,81 %, при влажном способе – 29,11 % и 29,79 %. Таким образом, содержание белка в стейках сухого созревания превышает аналогичный показатель влажного созревания на 10,0–12,0 %, что подтверждается результатами исследований Kim J.H. et al [89].

Стейки сухого созревания характеризуются более низким содержанием влаги и более высоким относительным содержанием жира по сравнению с показателями влажного способа.

Расчёт энергетической ценности показал, что стейки сухого созревания характеризуются более высокими показателями калорийности на 14 и 21 сутки в сравнении с образцами влажного созревания. Более высокая энергетическая ценность связана, прежде всего, с повышенным содержанием белка. Отмечено также, что с увеличением продолжительности созревания возрастает калорийность готового продукта, что указывает на эффективность сухого способа при формировании улучшенных пищевых характеристик. Полученные данные свидетельствуют о влиянии способа и продолжительности созревания на химический состав и энергетическую ценность стейков.

Помимо химических показателей проведена оценка прочностных свойств жареных стейков в зависимости от способа и продолжительности созревания (14 и 21 сутки). Установлено существенное влияние как тепловой обработки, так и условий созревания на текстурные характеристики продукции (Рисунок 26).

Согласно данным Рисунка 26, с увеличением продолжительности созревания наблюдается снижение усилия резания стейков независимо от применяемого способа. Данная тенденция связана с протеолитическими изменениями белковых структур мышечной ткани. Наибольшие значения прочности зафиксированы у стейков сухого созревания на 14 суток: усилие резания составило 14,5 Н, тогда как при влажном способе – 12,6 Н. Разница составила 1,9 Н, или 13,1 % относительно показателя сухого созревания.

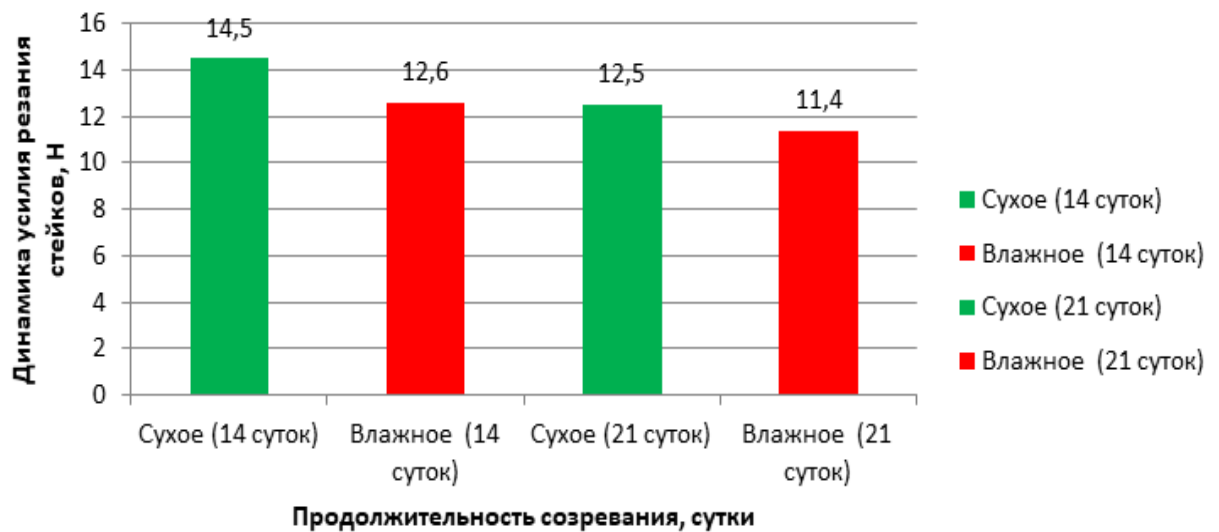


Рисунок 26 – Влияние способа и продолжительности созревания на прочностные свойства стейков после тепловой обработки

При продолжительности созревания 21 сутки различия между способами уменьшились до 8,8 %, что обусловлено дальнейшим развитием протеолитических изменений в белковых структурах. Полученные результаты согласуются с данными, представленными в работе [97]. Выявленные различия по химическому составу, энергетической ценности и прочностным характеристикам стейков сухого и влажного созревания статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Для комплексной оценки пищевой ценности дополнительно проведена *in vitro*–оценка переваримости белков. Согласно данным Таблицы 20, переваримость стейков сухого созревания при продолжительности 14 и 21

сутки оказалась выше по сравнению с образцами влажного способа на 11,70 % и 14,30 % соответственно, что указывает на более высокую биологическую ценность белкового компонента при сухом способе созревания.

Таблица 20 – Влияние способа и продолжительности созревания на переваримость белков стейков после тепловой обработки, мг тирозина/г белка

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)			
	14		21	
	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Пепсин	$6,1 \pm 0,1^a$	$5,9 \pm 0,1^b$	$8,1 \pm 0,3^a$	$8,0 \pm 0,1^b$
Трипсин	$6,4 \pm 0,1^a$	$6,2 \pm 0,1^b$	$8,7 \pm 0,3^a$	$8,5 \pm 0,1^b$
В сумме	$14,5 \pm 0,2^a$	$12,8 \pm 0,2^b$	$16,8 \pm 0,4^a$	$14,4 \pm 0,2^b$

На следующем этапе была проведена органолептическая оценка (ГОСТ 9959–2015), направленная на определение потребительских свойств стейков после тепловой обработки. Результаты представлены в Таблице 21.

Таблица 21 – Влияние способа и продолжительности созревания на органолептические характеристики стейков после тепловой обработки, в баллах

Органолептические характеристики	Продолжительность созревания (сутки)			
	14		21	
	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Внешний вид	9,0	8,0	9,0	8,0
Цвет в разрезе	8,0	8,0	8,0	8,0

Продолжение таблицы 21

Запах (аромат)	8,0	7,0	9,0	8,0
Вкус	8,0	7,0	9,0	8,0
Консистенция (нежность, жесткость)	8,0	8,0	9,0	9,0
Сочность	7,0	8,0	7,0	8,0
Общая оценка качества (среднее значение)	8,0	7,7	8,5	8,2
Примечание: оценка органолептических признаков проводилась по 9-балльной шкале; общая оценка качества рассчитана как среднее арифметическое по всем показателям.				

Органолептическая оценка показала, что стейки сухого созревания превосходят образцы влажного способа по показателям внешнего вида, аромата и вкуса (Таблица 21). При продолжительности созревания 14 суток общая оценка качества составила 8,0 баллов для сухого способа и 7,7 балла для влажного; при 21 сутках – 8,5 и 8,2 балла соответственно.

Преимущество по вкусовым характеристикам стейков, прошедших сухое созревание, подтверждается результатами публикации [78], а также визуальными наблюдениями, представленными на Рисунке 27.

Сухое созревание обеспечивает более выраженные вкусовые характеристики стейка после тепловой обработки. Визуально фиксируется наличие мраморности и тёмной корочки подсыхания, формирующих привлекательный внешний вид и способствующих улучшению аромата и текстуры. Увеличение продолжительности созревания до 21 суток положительно влияет на цвет, консистенцию и сочность конины. Влажный способ также оказывает влияние на органолептические свойства, обеспечивая сохранение сочности и нежности стейка. Однако визуальные признаки мраморности и структурные изменения, характерные для сухого способа, при влажном созревании выражены слабее.

Рисунок 27 – Влияние способа и продолжительности созревания на внешний вид и цвет в разрезе стейков после тепловой обработки

Способ	Продолжительность созревания (сутки)	
	14	21
Сухой		
Влажный		

Неравномерное распространение внутримышечного жира при влажном способе созревания обусловило вкус и текстуру стейка. Установлено, что сухой способ на 21 сутки способствует улучшению вкусовых свойств стейков. Органолептический анализ показал, что способ и продолжительность созревания стейков после тепловой обработки положительно влияют на потребительские характеристики.

Визуальные наблюдения (Рисунок 27) дополнены систематизированным описанием органолептических показателей, представленным в Таблице 22. Применение такого подхода позволило более чётко выявить различия в текстуре, цвете и консистенции стейков после тепловой обработки.

Таблица 22 – Влияние способа и продолжительности созревания на структурированные органолептические признаки стейков после тепловой обработки

Показатели	Сухое (14 и 21 суток)	Влажное (14 и 21 суток)
Внешний вид	Поверхность чистая, сухая (для неупакованных продуктов), без выхватов конины и бахромок, края заровнены, мышечная ткань упругая с включением внутримышечного жира, без надрезов, округлой или овальной формы, имеется корочка	Поверхность чистая, сухая (для неупакованных продуктов), без выхватов конины и бахромок, края заровнены, мышечная ткань упругая с включением внутримышечного жира, без надрезов, округлой или овальной формы, имеется корочка
Цвет	Свойственный цвету жареного продукта	Свойственный цвету жареного продукта
Аромат и вкус	Характерный для доброкачественной конины или свойственный данному наименованию продукта, без постороннего запаха и вкуса	Характерный для доброкачественной конины или свойственный данному наименованию продукта, без постороннего запаха и вкуса
Вид на разрезе	Равномерно окрашенная мышечная ткань серого цвета с прослойками жировой ткани. По всему контуру продукта допускается кольцо красного цвета, окисленного миоглобина, толщиной не более 1 см.	Равномерно окрашенная мышечная ткань серого цвета с прослойками жировой ткани. По всему контуру продукта допускается кольцо красного цвета, окисленного миоглобина, толщиной не более 1 см.
Вид на разрезе	Равномерно окрашенная мышечная ткань серого цвета с прослойками жировой ткани. По всему контуру продукта допускается кольцо красного цвета, окисленного миоглобина, толщиной не более 1 см.	Равномерно окрашенная мышечная ткань серого цвета с прослойками жировой ткани. По всему контуру продукта допускается кольцо красного цвета, окисленного миоглобина, толщиной не более 1 см.

Продолжение таблицы 22

Консистенция	Плотная	Плотная
--------------	---------	---------

Сравнительный анализ органолептических показателей (внешний вид, цвет, аромат, вкус, консистенция и структура на разрезе) показал, что образцы, прошедшие сухое и влажное созревание, сохраняют стабильные свойства после тепловой обработки. Оба способа обеспечивают получение продукции высокого качества при соблюдении установленных технологических параметров. Установленные различия по переваримости белков и органолептическим характеристикам стейков статистически значимы ($p < 0,05$), что подтверждает достоверность полученных результатов.

Наряду с органолептическими показателями важным критерием оценки качества продукции является её микробиологическая безопасность. В работе проведён анализ микробиологических показателей стейков после тепловой обработки, результаты которого приведены в Таблице 23. Рассмотрена динамика микрофлоры при продолжительности созревания 14 и 21 сутки, включая содержание мезофильных аэробных и факультативно–анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), а также наличие патогенной микрофлоры.

Таблица 23 – 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	1×10^3	1×10^{2a}	3×10^{2b}	2×10^{2a}	4×10^{2b}
Патогенные, в том числе Salmonella, в 25 г	н/д	н/о	н/о	н/о	н/о
Listeria monocytogenes, в 25 г	н/д	н/о	н/о	н/о	н/о

Продолжение таблицы 23

БГКП (колиформы), в 1,0 г	н/д	н/о	н/о	н/о	н/о
Примечание: н/д – не допускается. н/о – не обнаружено					

Согласно данным Таблицы 23, микробиологические показатели стейков после тепловой обработки соответствуют установленным нормативам ТР ТС 021/2011. Полученные результаты подтверждают безопасность продукции, полученной при сухом и влажном способах созревания.

В соответствии с положениями СанПиН 2.3.2.1324–03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов», срок хранения жареного мяса (в том числе стейков) при температуре +2...+6 °С не должен превышать 36 часов. Данное требование направлено на предотвращение возможного микробиологического обсеменения и обеспечение безопасности готовой к употреблению продукции.

Обобщение результатов данного раздела позволяет констатировать, что стейки сухого способа созревания (14 и 21 суток) характеризуются преобладающим содержанием белка, энергетической ценностью, отчетливыми ароматическими и вкусовыми свойствами, а также биодоступностью белка; они сохраняют текстуру по мере уменьшения прочностных показателей конины. Стейки влажного способа сохраняют нежность и сочность, в условиях созревания до 21 суток, но уступают по пищевым и органолептическим характеристикам образцам сухого созревания.

В ходе микробиологических исследований установлено, что стейки сухого и влажного способов, продолжительностью 14 и 21 суток после тепловой обработки, соответствуют требованиям нормативных документов для реализации и потребления.

Выявленные различия в комплексной оценки стейков конины сухого и влажного созревания статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Комплексная оценка стейков конины сухого и влажного созревания, продолжительностью 14 и 21 суток после тепловой обработки подтверждает высокое качество и безопасность готового продукта.

Экономические расчеты производственных затрат, себестоимости и рентабельности в зависимости от способа и продолжительности созревания представлены в разделе 4.3.

4.3 Экономическая эффективность производства стейков конины сухого и влажного созревания

Экономическая эффективность производства стейков конины позволяет судить о целесообразности разработанной технологии в условиях производства и потребительского спроса. Анализ экономических показателей позволяет сопоставить технологические преимущества с реальными затратами и выходом продукции, обеспечивая комплексную оценку результативности процесса. Экономическая оценка технологии созревания конины проведена на основе экспериментальных данных, включающих потери массы при созревании и зачистке (см. Таблицы 15 и 16), производственные затраты, выход готовой продукции и показатели рентабельности.

Из двух спинно–поясничных отрубов конины общей массой $54,5 \pm 0,5$ кг (по $27,25 \pm 0,25$ кг каждый) анатомически выделены четыре длиннейшие мышцы спины (*m. longissimus dorsi*) – левая и правая. Общая масса выделенных мышц составила $13,6 \pm 0,2$ кг, в среднем по $3,4 \pm 0,1$ кг каждая. Для расчёта экономических показателей использована половина мышцы конины массой $1,7 \pm 0,02$ кг как модельная загрузка для производства стейка. При расчёте себестоимости учтены потери массы на всех этапах

технологического процесса: созревания, зачистки, тепловой обработки. Суммарные потери массы и конечный выход продукции представлены в Таблице 24.

Таблица 24 – Влияние способа и продолжительности созревания на суммарные потери и конечной массы стейка (модельная загрузка $1,70 \pm 0,02$ кг)

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)			
	14		21	
	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Потери при созревании, %	$5,10 \pm 0,4$	$1,40 \pm 0,3$	$8,30 \pm 0,5$	$7,10 \pm 0,4$
Потери при зачистке, %	$12,90 \pm 0,2$	–	$17,90 \pm 0,2$	–
Потери при тепловой обработке, %	$17,09 \pm 0,3$	$19,47 \pm 0,4$	$15,19 \pm 0,3$	$17,14 \pm 0,3$
Итого потерь, %	$35,09 \pm 0,6$	$20,87 \pm 0,5$	$41,39 \pm 0,7$	$24,24 \pm 0,6$
Итого потерь, г	$596,50 \pm 10,2$	$354,80 \pm 8,5$	$703,60 \pm 12,3$	$412,10 \pm 9,4$
Конечная масса, кг	$1,103 \pm 0,015$	$1,345 \pm 0,012$	$0,996 \pm 0,018$	$1,288 \pm 0,014$
Примечание: «–» означает отсутствие показателя для данной группы.				

Производственные затраты на модельную загрузку массой $1,70 \pm 0,02$ кг, включающие расходы на электроэнергию, заработную плату, налоги и вспомогательные материалы, представлены в Таблице 25.

Таблица 25 – Расчёт производственных затрат производства стейка (загрузка 1,7 кг), тг

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)			
	14		21	
	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Электричество	54,00	54,00	54,00	54,00
Заработная плата	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00

Продолжение таблицы 25

Налоги	660,00	660,00	660,00	660,00
Вспомогательное сырье и материалы	150,00	150,00	150,00	150,00
Итого	3864,00	3864,00	3864,00	3864,00
Примечание: расчёт затрат выполнен в тенге (тг) для модельной загрузки 1,7 кг; значения представлены в целых числах.				

Себестоимость, выручка, рентабельность и чистая прибыль рассчитаны в Таблице 26.

Таблица 26 – Влияние способа и продолжительности созревания на себестоимость производства стейка

Показатели	Продолжительность созревания (сутки)			
	14		21	
	Сухое	Влажное	Сухое	Влажное
Загрузка, кг	1,70	1,70	1,70	1,70
Цена закупа, тг/кг	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Стоимость загрузки, тг	5100,00	5100,00	5100,00	5100,00
Весовые потери, %	35,09	20,87	41,39	24,24
Конечный вес, кг	1,103	1,345	0,996	1,288
Цена отпуска, тг/кг	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00
Выручка, тг	16545,00	20175,00	14940,00	19320,00
Производственные затраты, тг	3864,00	3864,00	3864,00	3864,00
Прибыль до налогообложения, тг	7581,00	11211,00	5976,00	10356,00
КПН, тг	1516,20	2242,20	1195,20	2071,20
Чистая прибыль, тг	6064,80	8968,80	4781,00	8285,00
Рентабельность	1,57	2,32	1,24	2,14
Примечание: экономические показатели рассчитаны в тенге (тг). коэффициент рентабельности, условных единицах.				

Экономическая эффективность влажного созревания превосходит аналогичные показатели сухого способа, что особенно выражено на 14 сутки: коэффициент рентабельности составляет 2,32 против 1,57 при сухом способе, разница – 0,75 пункта (Таблица 26). На 21 сутки разница усиливается до 0,90 пункта (2,24 против 1,24). Высокая экономическая эффективность влажного способа обусловлена меньшими потерями массы, высоким выходом готовой продукции и стабильной рентабельностью, что делает его предпочтительным для массового производства.

Проведенное сопоставление позволяет констатировать, что производство стейков конины сухого способа, невзирая на имеющиеся качественное превосходство по органолептическим и пищевым показателям (раздел 4.2), сопряжено с существенными потерями массы и использованием капиталоемкого оборудования, что снижает экономическую эффективность способа. Стейки влажного созревания характеризуются экономической доступностью технологии в производстве, однако сдерживающим фактором является срок хранения.

Следует отметить, что данный расчет выполнен для условий действующего предприятия с укомплектованным штатом и наличием технологического оборудования. При организации производства с нуля, экономическая модель потребует корректировки в части первоначальных капитальных вложений на приобретение специализированного оборудования для созревания, вакуумных систем, а также на обучение персонала.

Выявленные различия в экономической эффективности производства стейков конины сухого и влажного созревания статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждает объективность полученных данных.

Экономическая эффективность вкупе с качественными показателями задает методологическую базу для практических предложений производству.

4.4 Заключение по главе 4. Практическая реализация результатов исследования

Полученные результаты наглядно демонстрируют, что способ и продолжительность созревания конины оказывают непосредственное влияние на технологические и экономические параметры стейков.

Стейки сухого способа с увеличением продолжительности созревания обладают изысканным вкусом для ценителей и предназначены для сегмента с высокой покупательской способностью. При этом, производство стейков сухого созревания влечет за собой значительные затраты на обеспечение технологических процессов. Стейки влажного созревания, напротив, с уменьшением продолжительности созревания достигают оптимального соотношения рентабельности и качества, данный способ рекомендуется для широкого круга потребителей, несмотря на менее выраженные вкусовые свойства продукта. Таким образом, технология сухого и влажного созревания представляет возможность регулировать производство на сегментированных рынках, исходя из прогнозируемого качества и экономической эффективности.

Установленные зависимости для стейков конины сухого и влажного способов представлены в явном виде – через уравнение регрессии, характер зависимости и коэффициенты достоверности аппроксимации (R^2). Формализованные модели приведены в Приложении Б. Выявленные зависимости позволяют объективно выбирать стратегию производства в зависимости от целевых задач предприятия и желаемого сегмента рынка, обеспечивая сочетание высокого качества продукции и рационального использования ресурсов.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ

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 рН 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 мононенасыщенных 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 ($\Delta E = 37,8-43,2$). 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 «Кони́на сухого и влажного созревания. Технические условия» и ТИ 871223350498 ТОО 001–2024 «Кони́на 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 (см. Приложения А и Б).

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.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

ВМЖ – внутримышечный жир

ВСС – водосвязывающая способность

НЖК – насыщенные жирные кислоты

МНЖК – мононенасыщенные жирные кислоты

ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты

ИТ – индекс тромбогенности

ИА – индекс атерогенности

НАК – незаменимые аминокислоты

ЗАК – заменимые аминокислоты

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ 7269–2015. Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 июня 2015 г. № 732–ст : дата введения 2016–07–01. – Москва : Стандартиформ, 2015. – 12 с.

ГОСТ 32225–2013. Лошади для убоя. Конина и жеребятина в полутушах и четвертинах. Технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2013 г. № 2212–ст : дата введения 2014–07–01. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 8 с.

СТ РК ЕЭК ООН (1)–2012. Конина. Туши и отрубы. Государственный стандарт. – Утвержден и введен в действие приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан от 26 сентября 2012 года № 467–од. – Введен с 01.07.2013.

ГОСТ 25011–2017. Мясо и мясные продукты. Методы определения белка : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2017 г. № 620–ст : дата введения 2018–01–01. – Москва : Стандартиформ, 2017. – 14 с.

ГОСТ 33319–2015. Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли влаги : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 июня 2015 г. № 734–ст : дата введения 2016–07–01. – Москва : Стандартиформ, 2015. – 8 с.

СТ РК 1731–2007. Мясо и мясные продукты. Органолептический метод определения показателей качества. Государственный стандарт. – Утвержден

и введен в действие приказом Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан от 26 декабря 2007 года № 695–од. – Введен с 01.01.2009.

ГОСТ 23042–2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 июня 2015 г. № 735–ст : дата введения 2016–07–01. – Москва : Стандартиформ, 2015. – 11 с.

ГОСТ 31727–2012 (ISO 936–1998). Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2012 г. № 1747–ст : дата введения 2013–07–01. – Москва : Стандартиформ, 2013. – 7 с.

ГОСТ 19496–2013. Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 июля 2013 г. № 234–ст : дата введения 2014–07–01. – Москва : Стандартиформ, 2013. – 13 с.

ГОСТ ISO 3961–2020. Жиры и масла животные и растительные. Определение йодного числа : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 октября 2020 г. № 706–ст : дата введения 2021–06–01. – Москва : Стандартиформ, 2020. – 19 с.

ТР ТС 034/2013. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции». Межгосударственный нормативный документ: издание официальное. Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 октября 2013 г. № 68 в качестве обязательного технического регламента на территории Российской

Федерации. Дата введения: 2013–10–09. – Москва : Евразийская экономическая комиссия.

ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». Межгосударственный нормативный документ: издание официальное. Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880 в качестве обязательного технического регламента на территории Российской Федерации. Дата введения: 2012–07–01. – Москва : Евразийская экономическая комиссия.

Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. Об утверждении Ветеринарных (ветеринарно–санитарных) правил : приказ от 29 июня 2015 г. № 7–1/587. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 25 августа 2015 г. № 11940.

ГОСТ 34132–2017. Мясо и мясные продукты. Метод определения аминокислотного состава животного белка : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 июня 2017 г. № 619–ст : дата введения 2018–07–01. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 16 с.

ГОСТ Р 70354–2022. Мясо и мясные продукты. Общие требования и порядок проведения испытаний для обоснования сроков годности : национальный стандарт Российской Федерации : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 сентября 2022 г. № 938–ст : дата введения 2023–01–01. – Москва : Стандартинформ, 2023. – 12 с.

МУК 4.2.1847–04. Санитарно–эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов [Текст] : методические указания ; утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 6 апреля 2004 г. ; зарегистрированы Минюстом России 16 апреля 2004 г., рег. № 5684. – Москва : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 28 с.

СанПиН 2.3.2.1324–03. Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов [Текст] : утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 21 мая 2003 г. № 98 ; введены в действие с 1 сентября 2003 г. – Москва : Минздравсоцразвития РФ, 2003. – 84 с.

ГОСТ 10444.15–94. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно–анаэробных микроорганизмов : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 20 июня 1994 г. № 165 : дата введения 1995–01–01. – Москва : Издательство стандартов, 1994. – 7 с.

ГОСТ 31659–2012 (ISO 6579–2002). Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella* : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. № 1994–ст : дата введения 2014–01–01. – Москва : Стандартиформ, 2013. – 27 с.

ГОСТ 32031–2022. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes* и других видов *Listeria* (*Listeria* spp.) : межгосударственный стандарт : издание официальное : утверждён и введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 октября 2022 г. № 1133–ст : дата введения 2023–01–01. – Москва : Стандартиформ. – 37 с.

ГОСТ 31747–2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий) : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. № 1996–ст : дата введения 2014–01–01. – Москва : Стандартиформ, 2013. – 18 с.

ГОСТ 28560–90. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий родов *Proteus*, *Morganella*, *Providencia* : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 25 декабря 1990 г. № 3392 : дата введения 1991–07–01. – Москва : Издательство стандартов, 1990. – 7 с.

ГОСТ 10444.12–2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества дрожжей и плесневых грибов : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2013 г. № 2214–ст : дата введения 2014–07–01. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 16 с.

ГОСТ 10444.11–2013 (ISO 15214–1998). Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2013 г. № 2213–ст : дата введения 2014–07–01. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 14 с.

ГОСТ 9959–2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 марта 2016 г. № 141–ст : дата введения 2017–01–01. – Москва : Стандартиформ, 2016. – 20 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимбеков, А. Р. Мясная продуктивность молодняка казахских лошадей жабе после осеннего нагула / А. Р. Акимбеков, Д. А. Баймуканов, Ю. А. Юлдашбаев // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2018. – № 4. – С. 241–251.
2. Акимбеков, Б. Справочник коневода / Б. Акимбеков, К. Дуйсембаев, А. Байжуманов. – Алма-Ата: Кайнар, 1983. – 135 с.
3. Асанбаев, Т.Ш. Практикум по коневодству : учеб. пособие. / Т.Ш. Асанбаев. – Павлодар: Кереку, 2013. – 102 с.
4. Ахатова, И.А. Коневодство на рубеже веков. / И.А. Ахатова. – Уфа: Гилем, 2008. – 135 с.
5. Баженова, Б.А. Влияние биохимических изменений в электростимулированной конине на формирование технологических свойств сырья / Б.А. Баженова, Т.М. Бадмаева, Ф.А. Мадагаев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2010. – № 8. – С. 14–16.
6. Барминцев, Ю.Н. Продуктивное коневодство. / Ю.Н. Барминцев, В.С. Ковешников, И.Н. Нечаев, Н.В. Анашина, М.С. Мироненко. – М.: Колос, 1980. – 190 с.
7. Винокуров, И.Н. Акклиматизация жеребцов типа джабе и их скрещивание с кобылами якутской породы / И.Н. Винокуров // Развитие коневодства в Якутии : сб. науч. тр. ВАСХНИЛ СО. – Новосибирск, 1986. – С. 49–53.
8. Гуринович, Г.В. Влияние сухого созревания на белки мышечной ткани говядины / Г.В. Гуринович, И.С. Патракова, В.А. Хренов, М.В. Патшина, А.И. Шевченко // Техника и технология пищевых производств. – 2023. – Т. 53, № 3. – С. 621–629.
9. Журавская, Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н.К. Журавская, Л.Т. Алехина, Л.М. Отряшенкова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 296 с.

10. Иванов, Р.В. Научные основы совершенствования технологии кормления и содержания лошадей якутской породы : дис. ... докт. сельскохозяйств. наук : 06.02.04. – Дивово, 2000. – 368 с.

11. Ильяскызы, М. Применение принципов биотехнологии в колбасном производстве / М. Ильяскызы, М. А. Калдарбекова, М. Ж. Мустафаева, У.Ч. Чоманов // Образовательный вестник «Сознание». – 2017. – Т. 19, № 11. – С. 32–37.

12. Исхан, К. Ж. Зоотехнические особенности табунных лошадей в «Байсерке – Агро» Алматинской области / К. Ж. Исхан, В. А. Демин, Ю. А. Юлдашбаев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 9. – С. 57–60.

13. Калиев, Г. А. Стратегические приоритеты развития АПК Казахстана / Г. А. Калиев // Никоновские чтения. – 2019. – № 24. – С. 421–425.

14. Каргаева, М. Т. Закономерности формирования мясной продуктивности табунных лошадей / М. Т. Каргаева, Д. А. Баймуканов, А. М. Джунисов, О. Алиханов, С. Д. Монгуш, С. Д. Монгуш // Вестник Тувинского государственного университета. Естественные и сельскохозяйственные науки. – 2019. – С. 59–67.

15. Ковешников, В.С. Развитие мясного табунного коневодства в России : метод. рекомендации. / В.С. Ковешников, В.В. Калашников, Ю.Н. Барминцев, Р.В. Калашников. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 130 с.

16. Крылова, В.Б. Применение методов электрофореза и высокоэффективной жидкостной хроматографии при изучении качественного состава белков модифицированных мясных композиций / В.Б. Крылова, Т.В. Густова, М.Г. Пузырникова // Ползуновский вестник. – 2019. – № 2. – С. 38–46.

17. Кудряшов, Л. С. Автолиз мяса // Большая российская энциклопедия: научно-образовательный портал [Электронный ресурс]. – URL:

<https://bigenc.ru/c/avtoliz-miasa-3fcbf4/?v=8779308> (дата обращения: 09.06.2024).

18. Кудряшов, Л.С. Созревание и посол мяса. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 1992. – 206 с.

19. Липатов, Н.Н. Предпосылки компьютерного проектирования продуктов и рационов питания с задаваемой пищевой ценностью / Н.Н. Липатов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1995. – № 3. – С. 13–14.

20. Лисицын, А.Б. Формирование качества говядины в процессе длительного созревания / А. Б. Лисицын, А.А. Семенова, И.В. Козырев, Т.М. Миттельштейн, А.И. Синичкина // Все о мясе. – 2017. – № 5. – С. 5–10.

21. 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.

22. Нечаев, И.Н. Казахская лошадь: прошлое, настоящее, будущее. / И.Н. Нечаев, А. Тореханов, А.Е. Жумагул, Г.В. Сизонов, Т.А. Жайтапов, Н.А. Кикебаев, М.Ж. Нурушев. – Алматы, 2005. – 207 с.

23. Нечаев, И.Н. Мугалжарские лошади. / И.Н. Нечаев, А.Т. Жумагул, С.С. Рзабаев, Н.А. Кикебаев, Г. Бегимбетова, Г.В. Сизонов, К.Ж. Исхан. – Алматы, 2013. – 99 с.

24. Нечаев, И.Н. Состояние и перспективы развития продуктивного коневодства в Казахстане : аналит. обзор. / И.Н. Нечаев, А.Е. Жумагулов, К.Д. Бахтыбаев. – Алма-Ата: КазНИИНТИ, 1985. – 39 с.

25. Нурушева, Г. М. Научное обоснование эффективности продуктивного коневодства на севере Казахстана / Г. М. Нурушева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (32–1). – С. 247.

26. Омарханова, Ж. М. Взаимосвязь социально-экономических проблем функционирования и развития сельского хозяйства в Республике Казахстан / Ж. М. Омарханова // Российский электронный научный журнал. – 2017. – № 4. – С. 153–163.

27. Основные показатели развития животноводства в Республике Казахстан: сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/5> (дата обращения: 10.10.2022).

28. Патент № 9698 С1 Республика Казахстан, МПК А23L 13/00, А23L 13/70. Способ получения стейка из сухой созревшей конины / Мухамедов Т. А., Мухамедов А. А., Мухамедов А. А., Мухамедова С. М.; патентообладатель Мухамедов А. А. – заявл. 22.07.2024; опубл. 18.10.2024, Бюл. № 42.

29. Патент № 9780 С1 Республика Казахстан, МПК А23L 13/00. Способ влажного созревания конины / Мухамедов Т. А., Мухамедов А. А., Мухамедов А. А., Мухамедова С. М.; патентообладатель Мухамедов А. А. – заявл. 30.07.2024; опубл. 15.11.2024, Бюл. № 46.

30. Позняковский, В.М. Экспертиза мяса и мясопродуктов. Качество и безопасность / В.М. Позняковский. – 4-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 528 с.

31. Покровский, А.А. Атакуемость белков пищевых продуктов протеолитическими ферментами *in vitro* / А.А. Покровский, И.Д. Ертанов // Вопросы питания. – 1965. – № 3. – С. 38–44.

32. Потребление основных продуктов питания населением : сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/labor-and-income/stat-life/publications/6430/> (дата обращения: 10.10.2022).

33. Рскелдиев, Б.А. Биотехнологические аспекты создания национальных соленых продуктов из баранины и конины ранних стадий автолиза : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.04. – Кемерово, 2000. – 432 с.

34. Садыков, Б.Х. Конина. / Б.Х. Садыков. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – 87 с.

35. Сайгин, И.А. Коневодство и кумысоделие. / И.А. Сайгин. – Уфа: Башкнигоиздат, 1965. – 104 с.

36. Сеиткаримов, А. Формирование, изучение и использование генофонда аридных культур / А. Сеиткаримов, А. Еспанов, Ж. А. Паржанов, А. Сартаев // Сельскохозяйственный журнал. – 2021. – № 4 (14). – С. 14–23.
37. Смородинцев, И.А. Биохимия мяса. – М.: Пищепромиздат, 1952. – 332 с.
38. Соловьев, В.И. Созревание мяса. Теория и практика процесса. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 337 с.
39. Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства : сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/7> (дата обращения: 10.10.2022).
40. Тулеуов, Е.Т. Разработка технологии комплексного использования конины и продуктов ее убоя с применением биотехнологических и физических методов обработки : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.04. – Кемерово, 1999. – 466 с.
41. Узаков, Я.М. Научно–практические аспекты комплексной переработки баранины : дис. ... докт. техн. наук : 05.18.04. – Алматы, 2006. – 334 с.
42. Федотов, П.А. Коневодство. / П.А. Федотов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 270 с.
43. Чашкин, И.Н. Современное состояние коневодства Киргизии и пути его улучшения. / И.Н. Чашкин. – Фрунзе: Киргизгосиздат, 1941. – 44 с.
44. Чернуха, И.М. Сравнительное изучение автолитических изменений протеома мышечной ткани свинины и говядины / И. М. Чернуха, А. Г. Ахремко // Теория и практика переработки мяса. – 2018. – Т. 3, № 3. – С. 56–63.
45. Чинаров, А. В. Формирование рынка мяса в системе обеспечения продовольственной безопасности : автореф. дис. ... канд. экон. наук. – Москва : [б. и.], 2013. – С. 10–11.
46. Численность и удельный вес племенных животных во всех категориях хозяйств Республики Казахстан, к общему поголовью животных

по состоянию на 01.01.2022 года : сайт. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/documents/details/303639?lang=ru> (дата обращения: 01.01.2022).

47. Экспорт и импорт товаров продукции животноводства : сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://stat.gov.kz/official/industry/31/statistic/8> (дата обращения: 10.10.2022).

48. Ali, M. Physicochemical attributes, oxidative stability, and microbial profile of boneless sirloin and bone-in T-bone steaks from Hanwoo steer with reference to dry-aging / M. Ali, K-C. Nam // *Journal of Animal Science and Technology*. – 2021. – Vol. 63(5). – P. 1169–1181.

49. Avilés, C. Effect of multiple vacuum packs on colour development and stability in beef steaks / C. Avilés, I. Juárez, I. Manuel, I. Larsen, J. Rodas-González, J. Aalhus // *Canadian Journal of Animal Science*. – 2014. – Vol. 94. – P. 63–69.

50. Ba, H-V. Effect of muscle type and vacuum chiller aging period on the chemical compositions, meat quality, sensory attributes and volatile compounds of Korean native cattle beef / H-V. Ba, K. Park, D. Dashmaa, I. Hwang // *Anim. Sci. J.* – 2014. – Vol. 85(2). – P. 164–173.

51. Belaunzaran, X. Horse-meat for Human Consumption – Current Research and Future Opportunities / X. Belaunzaran, R. J. B. Bessa, P. Lavín, et al // *Meat Sci.* – 2015. – Vol. 108. – P. 74–81.

52. Beldarrain, L. R. Application of 2-D DIGE to study the effect of ageing on horse meat myofibrillar sub-proteome / Lorea R. Beldarrain, et al // *Journal of Proteomics*. – 2023. – Vol. 272. – Article 104770.

53. Beldarrain, L. R. Effect of ageing time on consumer preference and sensory description of foal meat / Lorea R. Beldarrain, Iñaki Etaio, Lara Morán, Miguel Ángel Sentandreu, Luis Javier R. Barron, Noelia Aldai // *Food Research International*. – 2020. – Vol. 129. – Article 108871.

54. Beldarrain, L. R. Horse meat tenderization in relation to post-mortem evolution of the myofibrillar sub-proteome / Lorea R. Beldarrain, Enrique

Sentandreu, Noelia Aldai, Miguel A. Sentandreu // Meat Science. – 2022. – Vol. 188. – Article 108804.

55. Beldarrain, L. R. Muscle and Subcutaneous Fatty Acid Composition and the Evaluation of Ageing Time on Meat Quality Parameters of Hispano–Bretón Horse Breed / L. R. Beldarrain, L. Morán, M–Á. Sentandreu, K. Insausti, L–J. R. Barron, N. Aldai // Animals. – 2021. – Vol. 11. – Article 1421.

56. Beldarrain, L.–R. Effect of ageing time on the volatile compounds from cooked horse meat / L.–R. Beldarrain, L. Morán, M.–Á. Sen Andreu, L.–J.–R. Barron, N. Aldai // Meat Sci. – 2022. – Vol. 184. – P. 108692.

57. Bonin, M–N. Sire effects on carcass and meat quality traits of young Nellore bulls / M–N. Bonin, J–B. Ferraz, J–P. Eler, F–M. Rezende, D–C. Cucco, M–E. Carvalho, R–C. Silva, R–C. Gomes, E–C. Oliveira // Genetics and Molecular Research: GMR. – 2014. – Vol. 13(2). – P. 3250–3264.

58. Borela, V–L. Influence of Different Cooking Methods on Fillet Steak Physicochemical Characteristics / V–L. Borela, E–R. de Alencar, M–A. Mendonça, H. Han, A. Raposo, A. Ariza–Montes, L. Araya–Castillo, R–P. Zandonadi // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2022. – Vol. 19(1). – Article 606.

59. Briggs, M–A. Saturated Fatty Acids and Cardiovascular Disease: Replacements for Saturated Fat to Reduce Cardiovascular Risk / M–A. Briggs, K–S. Petersen, P–M. Kris–Etherton // Healthcare. – 2017. – Vol. 5(2). – Article 5020029.

60. Broadway, P. R. Effect of alternative salt use on broiler breast meat yields, tenderness, flavor, and sodium concentration / P. R. Broadway, J. M. Behrends, M. W. Schilling // Poultry Science. – 2011. – Vol. 90(12). – P. 2869–2873.

61. Cheng, Y. Effect of three different proteases on horsemeat tenderness during postmortem aging / Y. Cheng, X. Jiang, Y. Xue, F. Qi, Z. Dai, D. Guan, L. Kong // J. Food Sci. Technol. – 2021. – Vol. 58(7). – P. 2528–2537.

62. Cho, S. Effect of Aging and Freezing Conditions on Meat Quality and Storage Stability of 1++ Grade Hanwoo Steer Beef: Implications for Shelf Life / S. Cho, M. Kang, S. P. Seong, G. Kang, Y. Kim, J. Kim, S. Chang, B. Park // *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. – 2017. – Vol. 37(3). – P. 440–448.

63. Cho, S. Effect of Aging Time on Physicochemical Meat Quality and Sensory Property of Hanwoo Bull Beef / S. Cho, S.–M. Kang, P. Seong, G. Kang, Y. Kim, J. Kim, S. Lee, S. Kim // *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* – 2016. – Vol. 36(1). – P. 68–76.

64. Cittadini, A. Effect of breed and finishing diet on chemical composition and quality parameters of meat from Burguete and Jaca Navarra foals / A. Cittadini, M.–V. Sarriés, R. Domínguez, M. Pateiro, J.–M. Lorenzo // *Animals*. – 2022. – Vol. 12(5). – P. 568.

65. Cittadini, A. Fatty acid composition and volatile profile of longissimus thoracis et lumborum muscle from Burguete and Jaca Navarra foals fattened with different finishing diets / A. Cittadini, R. Domínguez, M. Pateiro, M.–V. Sarriés, J.–M. Lorenzo // *Foods*. – 2021. – Vol. 10(12). – P. 2914.

66. Dashdorj, D. Dry aging of beef; Review / D. Dashdorj, V.–K. Tripathi, S. Cho, Y. Kim, I. Hwang // *J Anim Sci Technol.* – 2016. – Vol. 58. – P. 20.

67. Del Bó, C. Horse meat consumption affects iron status, lipid profile and fatty acid composition of red blood cells in healthy volunteers / C. Del Bó, P. Simonetti, C. Gardana, P. Riso, G. Lucchini, S. Ciappellano // *Int. J. Food Sci. Nutr.* – 2013. – Vol. 64(2). – P. 147–154.

68. Delgado, J. Biocontrol of Pathogen Microorganisms in Ripened Foods of Animal Origin / J. Delgado, M. Álvarez, E. Cebrián, I. Martín, E. Roncero, M. Rodríguez // *Microorganisms*. – 2023. – Vol. 11(6). – Article 1578.

69. della Malva, A. Proteomic analysis to understand the relationship between the sarcoplasmic protein patterns and meat organoleptic characteristics in different horse muscles during aging / A. della Malva, A. Maggiolino, P. De Palo,

M. Albenzio, J. Manuel Lorenzo, A. Sevi, R. Marino // *Meat Science*. – 2022. – Vol. 184. – Article 108686.

70. della Malva, A. R. Nutritional profile of donkey and horse meat: effect of muscle and aging time / A. R. della Malva, A. Maggiolino, P. De Palo, F. d'Angelo, J.–M. Lorenzo, A. Sevi, M. Albenzio // *Animals*. – 2022. – Vol. 12. – P. 746.

71. Di Paolo, M. Effects of the Aging Period and Method on the Physicochemical, Microbiological and Rheological Characteristics of Two Cuts of Charolais Beef / M. Di Paolo, R.–L. Ambrosio, C. Lambiase, V. Vuoso, A. Salzano, G. Bifulco, C.–M. A. Barone, R. Marrone // *Foods*. – 2023. – Vol. 12(3). – Article 531.

72. Dragoev, S. Peculiarities of the horse meat aging / S. Dragoev, et al. // *Journal of Agriculture and Plant Sciences*. – 2018. – Vol. 16. – P. 55–64.

73. English, A.–R. Effects of aging on the fundamental color chemistry of dark-cutting beef / A.–R. English, K.–M. Wills, B.–N. Harsh, G.–G. Mafi, D.–L. Van Overbeke, R.–J. Ramanathan // *Anim Sci*. – 2016. – Vol. 94(9). – P. 4040–4048.

74. Font–I–Furnols, M. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: an overview / M. Font–I–Furnols, L. Guerrero // *Meat Sci*. – 2014. – Vol. 98(3). – P. 361–371.

75. Gao, H. Amino acids in reproductive nutrition and health / H. Gao // *Adv Exp Med Biol*. – 2020. – C. 111–131.

76. Hart, K–B. Quality effects on beef strip steaks from cattle fed high–protein corn distillers grains and other ethanol by–products / K–B. Hart, F–A. Ribeiro, M–L. Henriott, N–J. Herrera, C–R. Calkins // *J. Anim. Sci*. – 2019. – Vol. 97(5). – P. 2087–2098.

77. Henriott, M–L. Impact of myoglobin oxygenation level on color stability of frozen beef steaks / M–L. Henriott, N–J. Herrera, F–A. Ribeiro, K–B. Hart, N–A. Bland, C–R. Calkins // *Journal of Animal Science*. – 2020. – Vol. 98(7). – Article 193.

78. Hwang, Y–H. Changes in Sensory Compounds during Dry Aging of Pork Cuts / Y–H. Hwang, S. Nahar, I. Ishamri, S–T. Joo // Food Sci. Anim. Resour. – 2019. – Vol. 39(3). – P. 379–387.

79. Insausti, K. Horse meat production in northern Spain: ecosystem services and sustainability in High Nature Value farmland / K. Insausti, L.–R. Beldarrain, M.–P. Lavín, N. Aldai, Á.–R. Mantecón, J.–L. Sáez, R.–M. Canals // Anim Front. – 2021. – Vol. 11(2). – P. 47–54.

80. Ivica, K. Physical and sensory properties of burgers affected by different dry ageing time of beef neck / K. Ivica, P. Mateja, B. L. Darija, D. Š. Iva, T. K. Milna, V. Ivan, B. Dalibor, K. Goran, M. Hrvoje // Meso: prvi hrvatski časopis o mesu. – 2023. – Vol. 25 (1). – P. 34–43.

81. Jaspal, M–H. Effect of Packaging Type and Aging on the Meat Quality Characteristics of Water Buffalo Bulls / M–H. Jaspal, I–H. Badar, M. Usman Ghani, M. Ijaz, M–K. Yar, A. Manzoor, J. Nasir, K. Nauman, M. Junaid Akhtar, A. Rahman, F. Hussnain, A. Ahmad // Animals: an open access journal from MDPI. – 2022. – Vol. 12(2). – Article 130.

82. Jaspal, M–H. Effect of Wet Aging on Color Stability, Tenderness, and Sensory Attributes of Longissimus lumborum and Gluteus medius Muscles from Water Buffalo Bulls / M–H. Jaspal, I–H. Badar, O–B. Amjad, M–K. Yar, M. Ijaz, A. Manzoor, J. Nasir, B. Asghar, S. Ali, K. Nauman, A. Rahman, U–U. Wara // Animals. – 2021. – Vol. 11(8). – Article 2248.

83. Joo, S.–T. Aging mechanism for improving the tenderness and taste characteristics of meat / S.–T. Joo, E.–Y. Lee, Y.–M. Son, M.–J. Hossain, C.–J. Kim, S.–H. Kim, Y.–H. Hwang // J Anim Sci Technol. – 2023. – Vol. 65(6). – P. 1151–1168.

84. Joo, S–T. Aging mechanism for improving the tenderness and taste characteristics of meat / S–T. Joo, E–Y. Lee, Y–M. Son, M–J. Hossain, C–J. Kim, S–H. Kim, Y–H. Hwang // J. Anim. Sci. Technol. – 2023. – Vol. 65(6). – P. 1151–1168.

85. Juárez, M. Breed Effect on Carcass and Meat Quality of Foals Slaughtered at 24 months of Age / M. Juárez, O. Polvillo, M. D. Gómez, et al // Meat Sci. – 2009. – Vol. 2 (83). – P. 224–228.
86. Khalid, W. Dynamic alterations in protein, sensory, chemical, and oxidative properties occurring in meat during thermal and non-thermal processing techniques: A comprehensive review / W. Khalid, A. Maggiolino, J. Kour, M–S. Arshad, N. Aslam, M–F. Afzal, P. Meghwar, K–U. Zafar, P. De Palo, S–A. Korma // Front. Nutr. – 2023. – Vol. 9. – Article 1057457.
87. Khan, M. I. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors – A systematic review / M. I. Khan et al. // Meat Science. – 2015. – Vol. 110. – P. 278–284.
88. Kim, D.–S. Texture characteristics of horse meat for the elderly based on the enzyme treatment / D.–S. Kim, N. Joo // Food Sci Anim Resour. – 2020. – Vol. 40(1). – P. 74–86.
89. Kim, J–H. A comparison of dry and wet aging on physicochemical and sensory characteristics of pork loin with two aging times / J–H. Kim, J–H. Kim, D–K. Yoon, D–S. Ji, H–J. Jang, C–H. Lee // Food Sci. Biotechnol. – 2018. – Vol. 27(6). – P. 1551–1559.
90. Kim, J–H. Effect of Aging Process and Time on Physicochemical and Sensory Evaluation of Raw Beef Top Round and Shank Muscles Using an Electronic Tongue / J–H. Kim, D–H. Kim, D–S. Ji, H–J. Lee, D–K. Yoon, C–H. Lee // Korean J. Food Sci. Anim. Resour. – 2017. – Vol. 37(6). – P. 823–832.
91. Kim, J–H. Physicochemical and sensory characteristics of commercial, frozen, dry, and wet-aged Hanwoo sirloins / J–H. Kim, M–Y. Jeon, C–H. Lee // Asian–Australas J. Anim. Sci. – 2019. – Vol. 32(10). – P. 1621–1629.
92. Kim, J–H. Physicochemical and sensory characteristics of commercial, frozen, dry, and wet-aged Hanwoo sirloins / J–H. Kim, M–Y. Jeon, C–H. Lee // Asian–Australas J. Anim. Sci. – 2019. – Vol. 32(10). – P. 1621–1629.

93. Kim, S. Effects of Aging Methods and Periods on Quality Characteristics of Beef / S. Kim, G. Kim, C. Moon, K. Ko, Y. Choi, J. Choe, Y. Ryu // *Food Sci. Anim. Resour.* – 2022. – Vol. 42(6). – P. 953–967.
94. Koutsoumanis, K. Microbiological safety of aged meat / K. Koutsoumanis, A. Allende, A. Alvarez–Ordóñez, S. Bover–Cid, M. Chemaly, A. De Cesare, L. Herman, F. Hilbert, R. Lindqvist, M. Nauta, L. Peixe, G. Ru, M. Simmons, P. Skandamis, E. Suffredini, B. Blagojevic, I. Van Damme, M. Hempen, W. Messens, D. Bolton // *EFSA J.* – 2023. – Vol. 21(1). – P. 07745.
95. Kristensen, L. The effect of ageing on the water–holding capacity of pork: Role of cytoskeletal proteins / L. Kristensen, P. P. Purslow // *Meat Science.* – 2001. – Vol. 58 (1). – P. 17–23.
96. Lee, C–E. Nutritional characteristics of horsemeat in comparison with those of beef and pork / C–E. Lee, P–N. Seong, W–Y. Oh, M–S. Ko, K–I. Kim, J–H. Jeong // *Nutr. Res. Pract.* – 2007. – Vol. 1(1). – P. 70–73.
97. Lee, Ch–W. Quality Improvement of Pork Loin by Dry Aging / Ch–W. Lee, J.R. Lee, M.K. Kim, Ch. Jo, K.H. Lee, I. You, S. Samooel Jung // *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* – 2016. – Vol. 36(3). – P. 369–376.
98. Lee, D. Effect of Different Aging Methods on the Formation of Aroma Volatiles in Beef Strip Loins / D. Lee, H–J. Lee, J–W. Yoon, M. Kim, C. Jo // *Foods.* – 2021. – Vol. 10(1). – Article 146.
99. Lee, D. Effects of cooking conditions on the physicochemical and sensory characteristics of dry– and wet–aged beef / D. Lee, H–J. Lee, J–W. Yoon, M. Ryu, C. Jo // *Anim. Biosci.* – 2021. – Vol. 34(10). – P. 1705–1716.
100. Lee, H. Determination of Indicators for Dry Aged Beef Quality / H. Lee, M. Jang, S. Park, J. Jeong, Y–S. Shim, J–C. Kim // *Food Sci. Anim. Resour.* – 2019. – Vol. 39(6). – P. 934–942.
101. Lee, H. Determination of Indicators for Dry Aged Beef Quality / H. Lee, M. Jang, S. Park, J. Jeong, Y–S. Shim, J–C. Kim // *Food Sci. Anim. Resour.* – 2019. – Vol. 39(6). – P. 934–942.

102. Lee, H-J. Analysis of low-marbled Hanwoo cow meat aged with different dry-aging methods / H-J. Lee, J. Choe, K-T. Kim, J. Oh, D-G. Lee, K-M. Kwon, Y-I. Choi, C. Jo // *Asian-Australas J. Anim. Sci.* – 2017. – Vol. 30(12). – P. 1733–1738.

103. Listrat, A. What are the drivers of beef sensory quality using metadata of intramuscular connective tissue, fatty acids and muscle fiber characteristics? / A. Listrat, M. Gagaoua, D. Andueza, D. Gruffat, J. Normand, G. Mairesse, B. Picard, J.-F. Hocquette // *Livestock Science.* – 2020. – Vol. 240. – Article 104209.

104. Litwińczuk, A. Chemical composition and physicochemical properties of horse meat from the longissimus lumborum and semitendinosus muscle / A. Litwińczuk, M. Florek, P. Skąlecki, Z. Litwińczuk // *Journal of Muscle Foods.* – 2008. – Vol. 19. – P. 223–236.

105. Lorenzo, J. M. Technological Aspects of Horse Meat Products – A Review / J. M. Lorenzo, P. E. S. Munekata, P. C. Bastianello Campagnol, et al // *Food Res. Int.* – 2017. – Vol. 102. – P. 176–183.

106. Lorenzo, J.-M. Sex effect on meat quality and carcass traits of foals slaughtered at 15 months of age / J.-M. Lorenzo, et al // *Animal: an international journal of animal bioscience.* – 2013. – Vol. 7. – № 7. – P. 1199–1207.

107. Maggiolino, A. How Volatile Compounds, Oxidative Profile and Sensory Evaluation Can Change with Vacuum Aging in Donkey Meat / A. Maggiolino, J-M. Lorenzo, G. Centoducati, R. Domínguez, F-R. Dinardo, R. Marino, A-d. Malva, A. Bragaglio, P. DePalo // *Animals.* – 2020. – Vol. 10. – Article 2126.

108. Marie-Pierre, E-O. Evolution of Sensory Properties of Beef during Long Dry Ageing / E-O. Marie-Pierre, G. Benoit, D. Muriel, P. Sandrine, S. Patrick, H. Jean-François, A. Emmanuel // *Foods.* – 2022. – Vol. 11(18). – Article 2822.

109. Marino, R. Nutritional Profile of Donkey and Horse Meat: Effect of Muscle and Aging Time / R. Marino, A. Della Malva, A. Maggiolino, P. De Palo,

F. d'Angelo, J–M. Lorenzo, A. Sevi, M. Albenzio // *Animals: an open access journal from MDPI*. – 2022. – Vol. 12(6). – Article 746.

110. Marrone, R. Effects of Feeding and Maturation System on Qualitative Characteristics of Buffalo Meat (*Bubalus bubalis*) / R. Marrone, A. Salzano, A. Di Francia, L. Vollano, R. Di Matteo, A. Balestrieri, A. Anastasio, C–M–A. Barone // *Animals*. – 2020. – Vol. 10(5). – Article 899.

111. Meloni, M. P. Preliminary data on the microbial profile of dry and wet aged bovine meat obtained from different breeds in Sardinia / M. P. Meloni, F. Piras, G. Siddi, R. Sanna, R. Lai, F. Simbula, D. Cabras, M. Maurichi, G. Asara, E–P–L. De Santis, C. Scarano // *Italian Journal of Food Safety*. – 2023. – Vol. 12(2). – Article 11060.

112. Morán, L. Elucidating the combined effect of sample preparation and solid–phase microextraction conditions on the volatile composition of cooked meat analyzed by capillary gas chromatography coupled with mass spectrometry / L. Morán, N. Aldai, L.–J.–R. Barron // *Food Chem.* – 2021. – Vol. 352. – P. 1293.

113. Passetti, R.–A.–C. Sensorial, color, lipid oxidation, and visual acceptability of dry–aged beef from young bulls with different fat thickness / R.–A.–C. Passetti, F.–A.–F. Macedo, G.–R.–A. Santos, E. Bonin, A.–C.–P. Vital, T.–R. Ramos, L.–C.–G. Passetti, M.–G. Ornaghi, I.–C.–A. Costa, I.–N.–D. Prado // *Anim Sci J.* – 2020. – Vol. 91(1). – P. 13498.

114. Patel, N. Predicting the Content of 20 Minerals in Beef by Different Portable Near–Infrared (NIR) Spectrometers / N. Patel, H. Toledo–Alvarado, A. Cecchinato, G. Bittante // *Foods*. – 2020. – Vol. 9(10). – Article 1389.

115. Patel, N. Relationships of a Detailed Mineral Profile of Meat with Animal Performance and Beef Quality / N. Patel, M. Bergamaschi, L. Magro, A. Petrini, G. Bittante // *Animals*. – 2019. – Vol. 9(12). – Article 1073.

116. Polidori, P. A comparison of the carcass and meat quality of Martina Franca donkey foals aged 8 or 12 months / P. Polidori, et al. // *Meat Science*. – 2015. – Vol. 106. – P. 6–10.

117. Polidori, P. Effects of Ageing on Donkey Meat Chemical Composition, Fatty Acid Profile and Volatile Compounds / P. Polidori, G. Santini, Y. Klimanova, J.–J. Zhang, S. Vincenzetti // *Foods*. – 2022. – Vol. 11. – Article 821.
118. Ponnampalam, E. N. Aged vacuum packaged lamb cuts are less brown than fresh muscle cuts under simulated retail display / E. N. Ponnampalam, K. L. Butler, V. F. Burnett, M. B. McDonagh, J. L. Jacobs, D. L. Hopkins // *Food Nutrition Science*. – 2013. – Vol. 4 (8). – P. 147–153.
119. Przybylski, W. The application of biosensors for drip loss analysis and glycolytic potential evaluation / W. Przybylski, B. Sionek, D. Jaworska, V. Santé–Lhoutellier // *Meat Sci*. – 2016. – Vol. 117. – P. 7–11.
120. Ramirez, R. The crossbreeding of different Duroc lines with the Iberian pig affects colour and oxidative stability of meat during storage / R. Ramirez, R. Cava // *Meat Science*. – 2007. – Vol. 77(3). – P. 339–347.
121. Razmaitė, V. Effect of gender on meat quality from adult obsolescent horses / V. Razmaitė, R. Šveistienė, A. Račkauskaitė, V. Jatkauskienė // *Animals*. – 2021. – Vol. 11(10). – P. 2880.
122. Revilla, I. The Effect of Grazing Level and Ageing Time on the Physicochemical and Sensory Characteristics of Beef Meat in Organic and Conventional Production / I. Revilla, J. Plaza, C. Palacios // *Animals*. – 2021. – Vol. 11(3). – Article 635.
123. Rezende–de–Souza, J–H. Profile of Producers and Production of Dry–Aged Beef in Brazil / J–H. Rezende–de–Souza, F.A.–B. Cardello, A.P.–M. de Paula, F–A. Ribeiro, C–R. Calkins, S–B. Pflanzner // *Foods*. – 2021. – Vol. 10(10). – Article 2447.
124. Ribeiro, A. Microbial, Physicochemical Profile and Sensory Perception of Dry–Aged Beef Quality: A Preliminary Portuguese Contribution to the Validation of the Dry Aging Process / A. Ribeiro, I. Oliveira, K. Soares, F. Silva, P. Teixeira, C. Saraiva // *Foods*. – 2023. – Vol. 12(24). – Article 4514.

125. Ribeiro, F.–A. Color and lipid stability of dry aged beef during retail display / F.–A. Ribeiro, S.–K. Lau, S.–B. Pflanzner, J. Subbiah, C.–R. Calkins // *Meat Sci.* – 2021. – Vol. 171. – P. 274.

126. Rivas–Cañedo, A. Effect of dietary supplementation with either red wine extract or vitamin E on the volatile profile of lamb meat fed with omega–3 sources / A. Rivas–Cañedo, E. Apeleo, I. Muiño, C. Pérez, S. Lauzurica, C. Pérez–Santaescolástica, M.–T. Díaz, V. Cañeque, de la J. Fuente // *Meat Sci.* – 2013. – Vol. 93(2). – P. 178–186.

127. Ruiz, M. Effect of production factors on foal carcass and meat quality. Consumers preferences. Colour and texture evolution of foal meat during the storage time as quality attributes, from animals reared under sustainable conditions: Ph.D. Thesis / M. Ruiz. – Navarre, Spain: Public University of Navarre, 2018.

128. Ryu, S. Diversity and Characteristics of the Meat Microbiological Community on Dry Aged Beef / S. Ryu, M.–R. Park, B.–E. Maburutse, W.–J. Lee, D.–J. Park, S. Cho, I. Hwang, S. Oh, Y. Kim // *Journal of Microbiology and Biotechnology.* – 2018. – Vol. 28(1). – P. 105–108.

129. Savini, F. Reduction of the microbial load in meat maturation rooms with and without alkaline electrolyzed water fumigation / F. Savini, F. Giacometti, S.–A. Cuomo, F. Tomasello, Y. Terefe–Mekonnen, F. Troja, V. Indio, M. Tassinari, A. De Cesare, A. Serraino // *Ital. J. Food Safety.* – 2023. – Vol. 12(3). – P. 1–7.

130. Seong, P.–N. Comparative study of nutritional composition and color traits of meats obtained from the horses and Korean native black pigs raised in Jeju Island / P.–N. Seong, G.–H. Kang, S.–H. Cho, B.–Y. Park, N.–G. Park, J.–H. Kim, H.–V. Ba // *Asian–Australas J Anim Sci.* – 2019. – Vol. 32(2). – P. 249–256.

131. Seong, P.–N. The differences in chemical composition, physical quality traits and nutritional values of horse meat as affected by various retail cut types / P.–N. Seong, K.–M. Park, G.–H. Kang, S.–H. Cho, B.–Y. Park, H.–S. Chae, H. Van Ba // *Asian–Australas J Anim Sci.* – 2016. – Vol. 29(1). – P. 89–99.

132. Shi, Y. Effects of Different Moisture-Permeable Packaging on the Quality of Aging Beef Compared with Wet Aging and Dry Aging / Y. Shi, W. Zhang, G. Zhou // *Foods*. – 2020. – Vol. 9(5). – Article 649.

133. Shin, D-M. Effect of sous-vide cooking conditions on the physicochemical, microbiological and microstructural properties of duck breast meat / D-M. Shin, J-H. Yune, D-H. Kim, S-G. Han // *Anim. Biosci.* – 2023. – Vol. 36(10). – P. 1596–1603.

134. Sionek, B. Applications of biosensors for meat quality evaluations / B. Sionek, W. Przybylski, A. Bańska, T. Florowski // *Sensors*. – 2021. – Vol. 21(22). – P. 7430.

135. Siphambili, S. The effects of graded levels of concentrate supplementation on colour and lipid stability of beef from pasture finished late-maturing bulls / S. Siphambili, A.-P. Moloney, E.-G. O'Riordan, M. McGee, F.-J. Monahan // *Animal*. – 2020. – Vol. 14(3). – P. 656–666.

136. Smaldone, G. Microbiological, rheological and physical-chemical characteristics of bovine meat subjected to a prolonged ageing period / G. Smaldone, R. Marrone, L. Vollano, M-F. Peruzi, C-M-A. Barone, R-L. Ambrosio, A. Anastasio // *Italian Journal of Food Safety*. – 2019. – Vol. 8(3). – Article 8100.

137. Smith, R-D. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins / R-D. Smith, K-L. Nicholson, J-D. Nicholson, K-B. Harris, R-K. Miller, D-B. Griffin, J-W. Savell // *Meat Science*. – 2008. – Vol. 79(4). – P. 631–639.

138. Song, Z. Differences in toughness and aging potential of longissimus lumborum muscles between Hanwoo cow, bull and steer / Z. Song, I. Hwang // *J. Anim. Sci. Technol.* – 2023. – Vol. 65(4). – P. 865–877.

139. Stanisławczyk, R. Changes of sensory properties of horse meat during cold and frozen storage / R. Stanisławczyk // *Wiadomości Zootech.* – 2018. – Vol. 14. – P. 34–41.

140. Stanisławczyk, R. Influence of Horse Age on Carcass Tissue Composition and Horsemeat Quality: Exploring Nutritional and Health Benefits for Gourmets / R. Stanisławczyk, J. Żurek, M. Rudy, M. Gil // *Applied Sciences*. – 2023. – Vol. 13. – P. 11293.

141. Stanisławczyk, R. Influence of horse age, marinating substances, and frozen storage on horse meat quality / R. Stanisławczyk, M. Rudy, M. Gil, P. Duma-Kocan, J. Żurek // *Animals*. – 2021. – Vol. 11(9). – P. 2666.

142. Stanisławczyk, R. The effect of citric acid, NaCl, and CaCl₂ on qualitative changes of horse meat in cold storage / R. Stanisławczyk, M. Rudy, M. Gil, P. Duma-Kocan, D. Dziki, S. Rudy // *Processes*. – 2020. – Vol. 8. – P. 1099.

143. Stanisławczyk, R. The quality of horsemeat and selected methods of improving the properties of this raw material / R. Stanisławczyk, M. Rudy, S. Rudy // *Processes*. – 2021. – Vol. 9. – P. 1672.

144. Suman, S.–P. Improving beef color stability: practical strategies and underlying mechanisms / S.–P. Suman, M.–C. Hunt, M.–N. Nair, G. Rentfrow // *Meat Sci*. – 2014. – Vol. 98(3). – P. 490–504.

145. Szatai, Zs. Mútrágyázott és mútrágyázatlan gyepek húsló eltartó képességének összehasonlítása / Zs. Szatai, T. Fábián // *Acta Agraria Kaposváriensis*. – 2007. – Vol. 11 (2). – P. 35–39.

146. Tateo, A. Volatile Organic Compounds, Oxidative and Sensory Patterns of Vacuum Aged Foal Meat / A. Tateo, A. Maggiolino, R. Domínguez, J.–M. Lorenzo, F.–R. Dinardo, E. Ceci, R. Marino, A.–d Malva, A. Bragaglio, P.–D. Palo // *Animals*. – 2020. – Vol. 10. – Article 1495.

147. Ueda, S. New Implications of Metabolites and Free Fatty Acids in Quality Control of Crossbred Wagyu Beef during Wet Aging Cold Storage / S. Ueda, Y. Yoshida, B. Kebede, C. Kitamura, R. Sasaki, M. Shinohara, I. Fukuda, Y. Shirai // *Metabolites*. – 2024. – Vol. 14(2). – Article 95.

148. Ulbritch, T.–L.–V. Coronary heart disease: seven dietary factors / T.–L.–V. Ulbritch, D.–A.–T. Southgate // *Lancet*. – 1991. – Vol. 338. – P. 985–992.

149. Watanabe, A. Effect of aging on volatile compounds in cooked beef / A. Watanabe, G. Kamada, M. Imanari, N. Shiba, M. Yonai, T. Muramoto // *Meat Sci.* – 2015. – Vol. 107. – P. 12–19.

150. Weber, K. A review of horses sent to slaughter for human consumption: impact of horsemeat consumption, residual banned drugs, and public health risks / K. Weber, M.–E. Kearley, A.–M. Marini, P. Pressman, A.–W. Hayes // *Am J Vet Res.* – 2023. – Vol. 84(3). – P. 185.

151. Wills, K.–M. Improving the lean muscle color of dark-cutting beef by aging, antioxidant-enhancement, and modified atmospheric packaging / K.–M. Wills, R.–M. Mitacek, G.–G. Mafi, D.–L. Van Overbeke, D. Jaroni, R. Jadeja, R. Ramanathan // *J Anim Sci.* – 2017. – Vol. 95(12). – P. 5378–5387.

152. Wood, J. D. The relationship between the composition and quality of meat / J. D. Wood // *Proc. 39th Int. Congr. Meat Sci. Technol. Calgary.* – 1993. – P. 37–46.

153. Yankina, O. Meat productivity of young horses in the conditions of year-round grazing / O. Yankina, A. Prihodko, N. Kim, N. Chugaeva, I. Nikolaevskiy // *E3S Conference Network: Veterinary Welfare of Fauna, Materials Ecological and Biological Welfare of Flora and Fauna (EBWFF 2020)*, Blagoveshchensk, Russia, September 23–24, 2020. – E3S Web of Conferences Publishing House; Bristol, UK, 2020.

154. Zhang, T. Preliminary investigation on the relationship between Raman spectra of beef and metmyoglobin and metmyoglobin reductase activity / T. Zhang, Y. Li, R. Luo, S. Bo // *Comput Math Methods Med.* – 2022. – Vol. 13. – P. 411.

155. Zhang, Y. Carbon monoxide packaging shows the same color improvement for dark cutting beef as high oxygen packaging / Y. Zhang, L. Qin, Y. Mao, D.–L. Hopkins, G. Han, L. Zhu, X. Luo // *Meat Science.* – 2018. – Vol. 137. – P. 153–159.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Формализованные зависимости показателей качества конины при сухом и влажном созревании (по материалам главы 3)

Показатель	Способ созреваия	Уравнение регрессии	Характер зависимости	R ²
1	2	3	4	5
pH	Сухое	$pH(t) = -0,005 \cdot t + 5,80$	Линейная	0,92
pH	Влажное	$pH(t) = -0,023 \cdot t + 5,82$	Линейная	0,95
ВСС, %	Сухое	$WSA(t) = -0,015 \cdot t + 78,2$	Линейная	0,90
ВСС, %	Влажное	$WSA(t) = -0,010 \cdot t + 80,1$	Линейная	0,92
Молочная кислота, мг/г	Сухое	$C(t) = 0,12 \cdot e^{0,03t}$	Экспоненциальная	0,89
Молочная кислота, мг/г	Влажное	$C(t) = 0,45 \cdot e^{0,07t}$	Экспоненциальная	0,93
Усилие резания, Н	Сухое	$F(t) = -0,10 \cdot t + 17,3$	Линейная	0,91
Усилие резания, Н	Влажное	$F(t) = -0,20 \cdot t + 17,4$	Линейная	0,93
Пластичность, см ² /г	Сухое	$P(t) = 0,05 \cdot t + 28,1$	Линейная	0,90
Пластичность, см ² /г	Влажное	$P(t) = 0,07 \cdot t + 28,2$	Линейная	0,92
Массовая доля сухого вещества, %	Сухое	$SV(t) = 0,12 \cdot t + 26,9$	Линейная	0,91
Массовая доля сухого вещества, %	Влажное	$SV(t) = 0,07 \cdot t + 26,1$	Линейная	0,88
Массовая доля влаги, %	Сухое	$W(t) = -0,13 \cdot t + 73,1$	Линейная	0,90
Массовая доля влаги, %	Влажное	$W(t) = -0,07 \cdot t + 73,9$	Линейная	0,89
Массовая доля белка, %	Сухое	$P(t) = 0,10 \cdot t + 22,4$	Линейная	0,92
Массовая доля белка, %	Влажное	$P(t) = 0,05 \cdot t + 20,5$	Линейная	0,90
Энергетическая ценность, ккал/100 г	Сухое	$E(t) = -0,25 \cdot t + 133,8$	Линейная	0,91
Энергетическая ценность, ккал/100 г	Влажное	$E(t) = 0,25 \cdot t + 107,3$	Линейная	0,92
Железо (Fe), мг/кг	Сухое	$Fe(t) = 0,20 \cdot t + 7,0$	Линейная	0,92
Железо (Fe), мг/кг	Влажное	$Fe(t) = 0,10 \cdot t + 7,4$	Линейная	0,89
Медь (Cu), мг/кг	Сухое	$Cu(t) = 0,03 \cdot t + 0,33$	Линейная	0,90
Медь (Cu), мг/кг	Влажное	$Cu(t) = 0,01 \cdot t + 0,26$	Линейная	0,88
Цинк (Zn), мг/кг	Сухое	$Zn(t) = 0,45 \cdot t + 9,8$	Линейная	0,93

продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

1	2	3	4	5
Цинк (Zn), мг/кг	Влажное	$Zn(t)=0,20 \cdot t+12,2$	Линейная	0,91
Магний (Mg), мг/кг	Сухое	$Mg(t)=10,4 \cdot t+408,2$	Линейная	0,92
Магний (Mg), мг/кг	Влажное	$Mg(t)=4,3 \cdot t+493,8$	Линейная	0,90
Сумма незаменимых аминокислот (НАК), г/100 г	Сухое	$NAA(t)=-0,20 \cdot t+77,9$	Линейная	0,91
Сумма незаменимых аминокислот (НАК), г/100 г	Влажное	$NAA(t)=-0,35 \cdot t+72,3$	Линейная	0,89
Сумма заменимых аминокислот (ЗАК), мг/100 г	Сухое	$AA(t)=-1,0 \cdot t+371,8$	Линейная	0,90
Сумма заменимых аминокислот (ЗАК), мг/100 г	Влажное	$AA(t)=-1,2 \cdot t+349,2$	Линейная	0,88
Общая сумма аминокислот (НАК+ЗАК), мг/100 г	Сухое	$TotalAA(t)=-1,5 \cdot t+449,7$	Линейная	0,92
Общая сумма аминокислот (НАК+ЗАК), мг/100 г	Влажное	$TotalAA(t)=-1,6 \cdot t+421,5$	Линейная	0,91
Биологическая ценность белка	Сухое	$BV(t)=0,002 \cdot t+0,43$	Линейная	0,90
Биологическая ценность белка	Влажное	$BV(t)=0,0015 \cdot t+0,41$	Линейная	0,89
Коэффициент утилитарности белка	Сухое	$KU(t)=-0,60 \cdot t+95,7$	Линейная	0,91
Коэффициент утилитарности белка	Влажное	$KU(t)=-0,50 \cdot t+83,1$	Линейная	0,89
КРАС (коэф. различия аминокислотного сора)	Сухое	$KRAS(t)=-0,007 \cdot t+1,34$	Линейная	0,92
КРАС (коэф. различия аминокислотного сора)	Влажное	$KRAS(t)=0,003 \cdot t+1,08$	Линейная	0,90
Горький вкус (сумма АК), мг/100 г	Сухое	$BitterAA(t)=-1,5 \cdot t+303,6$	Линейная	0,91

продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

1	2	3	4	5
Горький вкус (сумма АК), мг/100 г	Влажное	$BitterAA(t) = -2,0 \cdot t + 284,2$	Линейная	0,89
Сладкий вкус (сумма АК), мг/100 г	Сухое	$SweetAA(t) = -0,25 \cdot t + 89,1$	Линейная	0,90
Сладкий вкус (сумма АК), мг/100 г	Влажное	$SweetAA(t) = -0,20 \cdot t + 85,2$	Линейная	0,88
Вкус умами (сумма АК), мг/100 г	Сухое	$UmamiAA(t) = -0,30 \cdot t + 49,5$	Линейная	0,91
Вкус умами (сумма АК), мг/100 г	Влажное	$UmamiAA(t) = -0,35 \cdot t + 42,9$	Линейная	0,89
Σ НЖК, %	Сухое	$SFA(t) = -0,20 \cdot t + 26,0$	Линейная	0,90
Σ НЖК, %	Влажное	$SFA(t) = -2,5 \cdot t + 56,0$	Линейная	0,92
Σ МНЖК, %	Сухое	$MUFA(t) = -0,30 \cdot t + 9,0$	Линейная	0,89
Σ МНЖК, %	Влажное	$MUFA(t) = -0,25 \cdot t + 9,0$	Линейная	0,88
Σ ПНЖК, %	Сухое	$PUFA(t) = 1,7 \cdot t + 17,0$	Линейная	0,93
Σ ПНЖК, %	Влажное	$PUFA(t) = -0,45 \cdot t + 11,0$	Линейная	0,91
Соотношение $\omega 6/\omega 3$	Сухое	$\omega 6/\omega 3(t) = 0,45 \cdot t + 2,5$	Линейная	0,90
Соотношение $\omega 6/\omega 3$	Влажное	$\omega 6/\omega 3(t) = -0,35 \cdot t + 2,5$	Линейная	0,89
Индекс атерогенности (ИА)	Сухое	$IA(t) = -0,05 \cdot t + 0,18$	Линейная	0,91
Индекс атерогенности (ИА)	Влажное	$IA(t) = -0,10 \cdot t + 1,89$	Линейная	0,92
Индекс тромбогенности (ИТ)	Сухое	$IT(t) = -0,08 \cdot t + 0,32$	Линейная	0,90
Индекс тромбогенности (ИТ)	Влажное	$IT(t) = -0,12 \cdot t + 2,60$	Линейная	0,91
Йодное число МНЖК	Сухое	$IJMUFA(t) = -0,45 \cdot t + 33,0$	Линейная	0,91
Йодное число МНЖК	Влажное	$IJMUFA(t) = -0,25 \cdot t + 9,0$	Линейная	0,89
Йодное число ПНЖК	Сухое	$IJPUFA(t) = 1,8 \cdot t + 16,0$	Линейная	0,93
Йодное число ПНЖК	Влажное	$IJPUFA(t) = -0,55 \cdot t + 12,0$	Линейная	0,90
Индекс атерогенности (ИА)	Сухое	$IA(t) = -0,06 \cdot t + 0,18$	Линейная	0,92

продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

1	2	3	4	5
Индекс атерогенности (ИА)	Влажное	$IA(t)=-0,08 \cdot t+1,89$	Линейная	0,91
Индекс тромбогенности (ИТ)	Сухое	$IT(t)=-0,07 \cdot t+0,32$	Линейная	0,90
Индекс тромбогенности (ИТ)	Влажное	$IT(t)=-0,10 \cdot t+2,60$	Линейная	0,89
Светлота, L^*	Сухое	$L(t)=-0,85 \cdot t+35,2$	Линейная	0,92
Светлота, L^*	Влажное	$L(t)=-0,65 \cdot t+35,2$	Линейная	0,90
Краснота, a^*	Сухое	$a(t)=-1,9 \cdot t+37,1$	Линейная	0,91
Краснота, a^*	Влажное	$a(t)=0,8 \cdot t+(-1,7)$	Линейная	0,89
Синева, b^*	Сухое	$b(t)=-1,1 \cdot t+27,0$	Линейная	0,90
Синева, b^*	Влажное	$b(t)=0,7 \cdot t+12,0$	Линейная	0,88
Насыщенность, S	Сухое	$S(t)=-0,15 \cdot t+45,8$	Линейная	0,91
Насыщенность, S	Влажное	$S(t)=0,20 \cdot t+17,9$	Линейная	0,90
Полные различия ΔE	Сухое	$\Delta E(t)=1,5 \cdot t+45,3$	Линейная	0,92
Полные различия ΔE	Влажное	$\Delta E(t)=1,3 \cdot t+28,2$	Линейная	0,89
КМАФАнМ, КОЕ/г	Сухое	$N(t)=0,10 \cdot t+3,0 \times 10^2$	Линейная	0,91
КМАФАнМ, КОЕ/г	Влажное	$N(t)=0,20 \cdot t+5,0 \times 10^2$	Линейная	0,93
Примечание: t – продолжительность созревания, сутки.				

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Формализованные зависимости показателей качества, безопасности и экономической эффективности стейков конины сухого и влажного созревания (по материалам главы 4)

Показатель	Способ созревания	Уравнение регрессии	Характер зависимости	R ²
1	2	3	4	5
Выход конины из отруба, %	Сухое	$\text{Meat}(t) = -0,05 \cdot t + 19,6$	Линейная	0,90
Выход костей из отруба, %	Сухое	$\text{Bone}(t) = 0,02 \cdot t + 7,6$	Линейная	0,88
Индекс мясности	Сухое	$\text{MI}(t) = -0,01 \cdot t + 2,57$	Линейная	0,91
Морфологический состав (мышечная ткань, %)	Сухое	$\text{Muscle}(t) = -0,03 \cdot t + 86,2$	Линейная	0,89
Морфологический состав (соединительная и жировая ткань, %)	Сухое	$\text{ConnFat}(t) = 0,03 \cdot t + 13,8$	Линейная	0,88
Потери массы, %	Сухое	$\text{Loss}(t) = 0,22 \cdot t + 2,0$	Линейная	0,91
Потери массы, %	Влажное	$\text{Loss}(t) = 0,18 \cdot t + 0,5$	Линейная	0,90
Потери после зачистки, %	Сухое	$\text{TrimLoss}(t) = 0,35 \cdot t + 8,0$	Линейная	0,92
Суммарные потери, %	Сухое	$\text{TotalLoss}(t) = 0,55 \cdot t + 10,0$	Линейная	0,93
Потери массы при тепловой обработке, %	Сухое	$\text{LossCook}(t) = -0,10 \cdot t + 18,0$	Линейная	0,91
Потери массы при тепловой обработке, %	Влажное	$\text{LossCook}(t) = -0,12 \cdot t + 20,0$	Линейная	0,92
Массовая доля влаги, %	Сухое	$\text{W}(t) = -0,05 \cdot t + 60,2$	Линейная	0,91
Массовая доля влаги, %	Влажное	$\text{W}(t) = -0,08 \cdot t + 63,0$	Линейная	0,90
Массовая доля белка, %	Сухое	$\text{P}(t) = 0,04 \cdot t + 32,0$	Линейная	0,92
Массовая доля белка, %	Влажное	$\text{P}(t) = 0,03 \cdot t + 29,1$	Линейная	0,91
Массовая доля жира, %	Сухое	$\text{F}(t) = 0,01 \cdot t + 4,3$	Линейная	0,89
Массовая доля жира, %	Влажное	$\text{F}(t) = 0,01 \cdot t + 4,0$	Линейная	0,88
Энергетическая ценность, ккал/100 г	Сухое	$\text{E}(t) = 1,9 \cdot t + 165,0$	Линейная	0,93

продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

1	2	3	4	5
Энергетическая ценность, ккал/100 г	Влажное	$E(t)=2,0 \cdot t+150,0$	Линейная	0,92
Усилие резания, Н	Сухое	$F_{cut}(t)=-0,10 \cdot t+14,6$	Линейная	0,91
Усилие резания, Н	Влажное	$F_{cut}(t)=-0,06 \cdot t+12,7$	Линейная	0,90
Переваримость белков (сумма), мг тирозина/г	Сухое	$Digest(t)=0,16 \cdot t+12,3$	Линейная	0,92
Переваримость белков (сумма), мг тирозина/г	Влажное	$Digest(t)=0,12 \cdot t+11,5$	Линейная	0,91
Общая органолептическая оценка, баллы	Сухое	$Score(t)=0,03 \cdot t+7,9$	Линейная	0,90
Общая органолептическая оценка, баллы	Влажное	$Score(t)=0,025 \cdot t+7,6$	Линейная	0,89
Переваримость белков, мг тирозина/г	Сухое	$Digest(t)=0,15 \cdot t+13,5$	Линейная	0,92
Переваримость белков, мг тирозина/г	Влажное	$Digest(t)=0,12 \cdot t+12,0$	Линейная	0,91
КМАФАнМ, КОЕ/г	Сухое	$N(t)=0,05 \cdot t+100$	Линейная	0,90
КМАФАнМ, КОЕ/г	Влажное	$N(t)=0,10 \cdot t+200$	Линейная	0,91
Суммарные потери массы, %	Сухое	$Loss(t)=0,30 \cdot t+30,0$	Линейная	0,92
Суммарные потери массы, %	Влажное	$Loss(t)=0,20 \cdot t+18,0$	Линейная	0,91
Конечная масса продукции, кг	Сухое	$Weight(t)=-0,05 \cdot t+1,15$	Линейная	0,90
Конечная масса продукции, кг	Влажное	$Weight(t)=-0,03 \cdot t+1,35$	Линейная	0,91
Рентабельность, усл. ед.	Сухое	$Profit(t)=-0,03 \cdot t+1,5$	Линейная	0,89
Рентабельность, усл. ед.	Влажное	$Profit(t)=-0,02 \cdot t+1,8$	Линейная	0,90
Чистая прибыль, тг	Сухое	$Net(t)=-150 \cdot t+8000$	Линейная	0,92
Чистая прибыль, тг	Влажное	$Net(t)=-100 \cdot t+9000$	Линейная	0,91
Примечание: t – продолжительность созревания, сутки.				




 КАЗАКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
 REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ПАТЕНТ
PATENT
 № 9780
 ПАЙДАЛЫ МОДЕЛЬГЕ / НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ / FOR UTILITY MODEL



(21) 2024/0932.2

(22) 30.07.2024

(45) 15.11.2024

(54) Жылқы етін ылғалды сүрлеу тәсілі
Способ влажного созревания конины
Method of wet maturation of horse meat

(73) Мұхамедов Азиз Талғатұлы (KZ)
Mukhamedov Aziz Talgatuly (KZ)

(72) Мұхамедов Талғат Аманғалиевич (KZ) Mukhamedov Talgat Amangalievich (KZ)
 Мұхамедов Аслан Талғатұлы (KZ) Mukhamedov Aslan Talgatuly (KZ)
 Мұхамедов Азиз Талғатұлы (KZ) Mukhamedov Aziz Talgatuly (KZ)
 Мұхамедова Сауле Мараловна (KZ) Mukhamedova Saule Maralovna (KZ)



ЭЦҚ қол қоюы
Подпись ЭЦП
Signed with EDS

«Ұлттық интеллектуалдық меншік институты» РМҚ директоры
Директор РП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of RSE «National institute of intellectual property»

С. Ахметов
С. Ахметов
S. Akhmetov

