

ПРИМЕНЕНИЕ BIOTEХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОНИНЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ

¹С.Л. Гаптар, ²С.Б. Байтуkenова✉

¹ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», Новосибирск, Россия,

²АО «Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова», Астана, Казахстан

✉Корреспондент-автор: saule7272@mail.ru

В данной работе рассматриваются современные биотехнологические методы, направленные на улучшение качества конины. Рассматриваются принципы их действия, влияние на структуру, вкус и питательные свойства мяса.

Для оптимизации производственного цикла и улучшения качества соленых мясопродуктов, особенно из конины с высокой жесткостью, рекомендуется использовать биотехнологические и физические методы обработки. Одним из эффективных подходов является использование парного мяса, которое обладает высокой влагосвязывающей способностью и выраженными бактериостатическими свойствами, что замедляет рост микробов. Для ускорения процессов посола и созревания применяют методы, такие как электростимуляция, шприцевание и механическая обработка. Результаты показывают, что опытные образцы соленой конины содержат больше влаги и имеют лучшую влагосвязывающую способность, что улучшает выход и сочность продукта. При этом прочностные характеристики у них ниже на 32% по сравнению с контрольными образцами. Микробиологические показатели соответствуют нормам, хотя на начальной стадии механической обработки наблюдается небольшой рост микроорганизмов. Тепловая обработка и использование парного сырья способствуют качеству продукта, а применение 13% посола и 6 часов циклической механической обработки ускоряет процесс посола и улучшает физико-химические свойства мяса.

Ключевые слова: конина, биотехнологические методы, посол мяса, физико-химические показатели, структурно-механические свойства.

ӨНДЕУ КЕЗІНДЕ ЖЫЛҚЫ ЕТІНІҢ САПАСЫН ЖАҚСARTУДЫҢ BIOTEХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ

¹С.Л. Гаптар, ²С.Б. Байтуkenова✉

¹Новосибирск мемлекеттік аграрлық университеті, Новосибирск, Ресей,

² Қ.Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан,

e-mail: saule7272@mail.ru

Бұл мақалада жылқы етінің сапасын жақсартуға бағытталған заманауи биотехнологиялық әдістер қарастырылады. Олардың әрекет ету принциптері ет құрылымына, дәмі мен тағамдық қасиеттеріне әсері қарастырылады.

Өндірістік циклды оңтайландыру және тұзды ет өнімдерінің сапасын жақсарту үшін, әсіресе қаттылығы жоғары жылқы етінен биотехнологиялық және физикалық өндеу әдістерін қолдану ұсынылады. Тиімді тәсілдердің бірі - ылғалмен байланысу қабілеті жоғары және микробтардың өсуін бәсеңдететін айқын бактериостатикалық қасиеттері бар балғын етті қолдану. Тұздау және жетілу процестерін

жеделдету үшін электрстимуляциялау, шприцтеу және өңдеу сияқты әдістер қолданылады. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, тәжірибелік үлгіде тұздалған жылқы етінің ылғалы көп және ылғалмен байланысу қабілеті жоғары, яғни өнімнің өнімділігі мен шырындылығын жақсартады. Бұл жағдайда олардың беріктік сипаттамалары бақылау үлгілерімен салыстырғанда 32%-ға төмен. Микробиологиялық көрсеткіштер нормаларға сәйкес келеді, дегенмен өңдеудің бастапқы кезеңінде микроорганизмдердің аз өсуі байқалады. Термиялық өңдеу және балғын ет шикізатын пайдалану өнімнің сапасына ықпал етеді, ал 13% тұзды және 6 сағаттық циклдік өңдеуді қолдану тұздау процесін тездетеді және физика-химиялық қасиеттерін жақсартады.

Түйін сөздер: жылқы еті, биотехнологиялық әдістер, етті тұздау, физика-химиялық көрсеткіштер, құрылымдық-механикалық қасиеттер.

THE USE OF BIOTECHNOLOGICAL METHODS TO IMPROVE THE QUALITY OF HORSE MEAT DURING PROCESSING

¹S.L. Gaptar, ² S.B. Baitukenova✉

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia,

² Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana, Kazakhstan,
e-mail: saule7272@mail.ru

This paper considers modern biotechnological methods aimed at improving the quality of horse meat. The principles of their action, influence on the structure, flavor and nutritional properties of meat are considered.

To optimize the production cycle and improve the quality of salted meat products, especially from horsemeat with high hardness, it is recommended to use biotechnological and physical processing methods. One of the effective approaches is the use of steam meat, which has a high moisture-binding capacity and pronounced bacteriostatic properties, which slows down the growth of microbes. Methods such as electrical stimulation, syringing and mechanical treatment are used to accelerate salting and ripening processes. The results show that experimental samples of salted horsemeat contain more moisture and have better moisture-binding capacity, which improves the yield and juiciness of the product. At the same time, their strength characteristics are lower by 32% compared to control samples. Microbiological parameters correspond to the norms, although at the initial stage of mechanical processing a small growth of microorganisms is observed. Heat treatment and the use of paired raw materials contribute to the quality of the product, and the use of 13% salting and 6 hours of cyclic mechanical processing accelerates the salting process and improves the physical and chemical properties of meat.

Keywords: horse meat, biotechnological methods, meat processing, physico-chemical parameters, structural and mechanical properties.

Введение. В условиях растущего спроса на устойчивое и экологически безопасное производство продуктов питания, биотехнологические методы становятся все более востребованными для переработки различных видов мяса, включая конину. Конина, несмотря на свою питательную ценность и уникальные органолептические свойства, остается недооцененным продуктом в ряде

регионов мира. Биотехнологические подходы, такие как ферментация, использование микроорганизмов и ферментов, позволяют значительно улучшить качество конины, продлить срок ее хранения, а также разработать новые виды продуктов на ее основе. Введение этих методов открывает новые перспективы для рационального использования ресурсов и улучшения продовольственной

безопасности, делая переработку конины более эффективной и экономически целесообразной.

Зарубежные ученые в настоящее время рассматривают современные биотехнологические методы, применяемые в процессе переработки конины. Исследование охватывает инновационные технологии, включая использование ферментов, микробиологических культур и генетически модифицированных организмов для улучшения качества и безопасности продукции [1].

Известны исследования совместного воздействия фермента бромелайн и бактериальных культур на мясо лошадей. Бромелайн, протеолитический фермент, использован для улучшения нежности мяса, а бактериальные культуры применяются для повышения окислительной стабильности мяса. Исследование показало улучшение физико-химических свойств, нежности и окислительной стабильности, предлагая новые способы увеличения срока хранения и качества конского мяса [2].

Применение микробиологических культур в процессе переработки конины рассматривают разнообразие микроорганизмов, используемых для улучшения качества продукта, включая повышение его пищевой ценности и безопасности. Также перспективы использования данных технологий в мясной промышленности [3, 4].

Известны различные биотехнологические подходы, включая использование ферментов и микробиологических культур, для улучшения текстуры, вкуса и безопасности продукции, где больше акцентирует внимание на важности соблюдения стандартов качества при применении данных методов [5, 6, 7].

Проводятся также исследования эффективности различных методов, включая использование пробиотических культур и ферментов, для улучшения органолептических характеристик и повышения пищевой ценности продукта. Работа подчеркивает перспективы внедрения данных методов в мясоперерабатывающее производство [8, 9].

Механическая обработка мяса конины, такая как измельчение и размягчение, может подгото-

вить мясо к процессу ферментации. В этом процессе микроорганизмы, такие как молочнокислые бактерии, используются для улучшения текстуры, вкуса и срока хранения продукта. Механическая обработка помогает разрушить соединительные ткани и клеточные структуры мяса, что облегчает последующий гидролиз белков. Использование ферментов, таких как протеазы, позволяет получить пептиды и аминокислоты, которые могут улучшить питательную ценность и вкус продукта. При помощи метода экстракции можно выделить белки из мяса конины для последующего использования в различных биотехнологических процессах. Например, экстрагированные белки могут быть использованы для создания функциональных продуктов.

Модификация структуры мяса, такая как эмульгирование и гомогенизация, может изменить текстуру мяса конины, улучшая его свойство в производстве мясных изделий. Это позволяет создавать продукты с желаемыми текстурными характеристиками и улучшенной консистенцией. Использование механических методов, таких как взбивание и перемешивание, может способствовать более равномерному распределению биотехнологических агентов (например, ферментов или микроорганизмов) в мясе, что улучшает эффективность процесса переработки и консистенцию конечного продукта.

Материалы и методы. Физико-химические показатели: ГОСТ 34567-2019 «Мясо и мясные продукты. Метод определения влаги, жира, белка, хлористого натрия и золы с применением спектроскопии в ближней инфракрасной области».

Определение pH в мясных продуктах производится в соответствии с ГОСТ 2878-82 «Мясо и мясные продукты. Метод определения pH».

Структурно-механические показатели: ГОСТ Р 50814-95 «Мясопродукты. Методы определения пенетрации конусом и игольчатым индентором»; ГОСТ 33609-2015 Мясо и мясные продукты. Органолептический анализ.

Результаты и обсуждение. В настоящее время получены и используются различные биологи-

ческие активные комплексы на основе продуктов убоя животных и растительного сырья. В качестве компонентов применяются различные ферменты, микробиологические культуры, красители, усилители вкуса и аромата, белковые препараты животного и растительного происхождения.

Внесение при обработке вышеуказанных комплексов в состав мясопродуктов с разрушенной структурой, например фаршевая композиция, в процессе перемешивания и массирования дает достаточно равномерное их распределение. Важную роль здесь играет степень измельчения частиц, влагосодержание, растворимость и структурообразующие свойства добавок. Определенную трудность представляет введение многокомпонентных систем в мясопродукты с неразрушенной структурой, например, при посоле и обработке мяса, субпродуктов. Определенную трудность представляет введение многокомпонентных систем в мясопродукты с неразрушенной структурой, например, при посоле мяса. Для обеспечения равномерного распределения соли рекомендуются массирование и интенсивный метод обработки мяса.

Для сокращения производственного цикла, трудовых затрат и улучшения качественных показателей соленых мясопродуктов необходимо использовать биотехнологические и физические методы обработки мясного сырья. Эта проблема особенно актуальна для производства мясопродуктов из конины, т.к. так как они обладают достаточно высоким содержанием межмышечной соединительной ткани и, следовательно, и повышенной жесткостью.

Одним из направлений улучшения качества и интенсификации производства соленых изделий является использование мяса в парном состоянии. Основным достоинством его является высокая влагосвязывающая способность (ВСС), которая зависит от активной реакции среды. Способность мяса удерживать влагу зависит от растворимости и эмульгирующих действий белков. В парном мясе она максимальная. Парное мясо обладает хорошо выраженными бактериостатическими свойствами по отношению ко многим видам бактерий, поэтому размножение микробов в нем замедляется. В зависимости от температуры бактериостатическая фаза удерживается от 3 до 24 ч.

Парное мясо обладает высокой влагосвязывающей способностью и при рН активности 5,9 поглощает в среднем 86% воды (охлажденное мясо только 33%). Преимущество парного мяса проявляется также при изучении свойств белков соединительной ткани [10].

Использование парного мяса для производства соленых изделий предусматривает применение специальных методов обработки (электростимуляция, шприцевание, механическая обработка) с целью ускорения гликолиза или процесса посола и созревания. Контрольный образец шприцевали традиционным методом посола в количестве 13% к массе сырья и выдерживали при температуре 0-4 °С в течение 6 ч. В таблицах 1 и 2 приведены результаты исследования физико-химические и структурно-механические показатели до и после обработки соленой конины в течение 6 часов:

Таблица 1 - Физико-химические показатели до и после обработки соленой конины

Показатель	до массирования	после массирования
массовая доля влаги, %	65,2±0,3	70,4±0,2
массовая доля белка, %	20,0±0,4	22,0±0,3
массовая доля жира, %	10,1±0,2	8,2±0,2
массовая доля соли, %	3,0±0,2	2,8±0,3
рН	5,8±0,3	6,0±0,3
Плотность, г/см ³	1,1±0,2	1,0±0,3
Жесткость, н/см ²	12,0±0,3	9,0±0,2

Таблица 2 - Структурно-механические показатели до и после обработки соленой конины

Показатель	до массирования	после массирования
Напряжение среза, кПа	32±0,2	26±0,3
Влагосвязывающая способность, %	55,3±0,2	65,1±0,3
Влагоудерживающая способность, %	60,1±0,2	75,3±0,2

После массирования отмечается снижение жесткости и силы сдвига, что указывает на улучшение текстуры продукта. Повышение влагосодержания и удержания влаги свидетельствует о более сочной и мягкой конине. Снижение содержания соли и повышение рН улучшают вкусовые качества. Сокращение времени готовности продукта делает его более удобным для потребителя. Общая оценка продукта после массирования выше, что говорит о положительном влиянии процесса на вкусовые и органолептические характеристики.

Эти результаты показывают, что циклическое массирование соленой конины в течение 6 часов значительно улучшает физико-химические и структурно-механические свойства продукта, делая его более привлекательным для потребителей.

Результаты исследований растворимости саркоплазматических белков соленой конины, обработанной белковым комплексом показали, что растворимость белков этой фракции при интенсивной обработке возрастает за счет взаимодействия их с ионами хлорида натрия. Наиболее существенным изменениям при посоле конины подвержены белки миозиновой фракции. По мере проникновения хлорида натрия в мышечную ткань конины наблюдается повышение растворимости миофибриллярных белков.

Высокая растворимость миофибриллярных белков мяса обусловлена низкой концентрацией водородных ионов, что обеспечивает им высокую стабильность.

Установлено, что извлекаемость водорастворимых белков конины находится в весьма специфичной зависимости от концентрации соли и продолжительности интенсивной обработки при

посоле. В процессе посола извлекаемость водорастворимых белков уменьшается в среднем на 10-15% в начале процесса, затем постепенно повышается.

Микроструктурные исследования показали, что в парной конине мышечные волокна расположены прямолинейно и проявляются их саркомеры, а после посола и механической обработкой мышечные волокна принимают волнообразный, складчатый характер. В местах S-образных изгибов чаще встречаются разрывы и разрушения миофибрилл. Разрыхление и волнообразные изгибы мышечных волокон увеличивают их диаметр на 20-25%, которые выявлены на поперечном срезе образцов при гистометрическом анализе мышечных волокон. Отмечено значительное количество микротрещин по ходу мышечных волокон, без заметных нарушений сарколеммы и структуры волокон.

Совокупность деструктивных изменений в конине ускоряет фильтрационное микрораспределение посолочных веществ и образование липкого поверхностного слоя из солерастворимых белков. Механическая обработка также способствует выходу тканевых ферментов из мышечных волокон и интенсификации вкусоароматообразования.

Сравнительные исследования влияния условий посола на изменения структурно-механических свойств конины указывают на прямую зависимость между гидратацией мышечных белков и нежностью мяса, приобретаемой в процессе посола с применением интенсивных методов обработки. Важное значение в улучшении консистенции мяса при посоле, несомненно, имеет изменение микроструктуры тканей.

Исследование образцов соленой конины по-

сле циклической механической обработки показали, что происходит разрыхление миофибриллярной структуры, деструкция и разрыв протофибрилл в области S-линий, смещение структурных элементов соседних миофибрилл по отношению друг к другу. Наблюдается дальнейшие повреждения целостности сарколеммы. Миофибриллярные структуры - растянутые и набухшие. В местах разрушения миофибрилл и образовавшихся пространств наблюдается скопление мелкозернистой белковой и жировой массы.

Применение биофизических методов для производства соленых изделий из конины продемонстрировало значительные преимущества по сравнению с традиционными способами переработки. В основе этих методов лежат современные физические воздействия, такие как электрофизическая обработка, использование ультразвука, электромагнитного поля и других технологий, способных изменять структуру мясных тканей и ускорять процессы посола.

Одним из главных преимуществ новой технологии является использование парного сырья, что позволяет сохранить природные вкусовые и питательные свойства мяса. Продукты, произведенные по этим методам, отличаются более высоким выходом готовой продукции благодаря сокращению потерь влаги и улучшению проникновения соли в ткань мяса. Это обеспечивает улучшенные органолептические качества, такие как вкус, цвет и аромат, что делает продукт более привлекательным для потребителей.

Кроме того, биофизические методы оказывают положительное влияние на структурно-механические характеристики мяса, делая его более мягким и сочным. Благодаря интенсивным методам обработки, процесс засолки ускоряется, что позволяет значительно сократить длительность производственного цикла. Это не только уменьшает затраты времени и ресурсов, но и повышает экономическую эффективность производства.

Образцы парной соленой конины подвергались тепловой обработке при температуре 85 °С до тех пор, пока температура в центре продукта не достигла 70-72 °С. Далее готовые изделия охлажда-

ли до температуры +4...+8 °С, после чего определяли их качество. Исследование показало следующие результаты: опытные образцы имели повышенное содержание влаги по сравнению с контрольными образцами. Это способствовало улучшению выходных показателей продукта; опытные образцы продемонстрировали высокую способность связывать влагу, что положительно сказалось на сочности конечного продукта. Вследствие улучшенной влагосвязывающей способности, выход продукта увеличился, а сочность значительно повысилась. Несмотря на улучшенные показатели сочности и выхода, прочностные характеристики опытных образцов снизились. Измерения напряжения среза показали снижение прочности на 32% по сравнению с контрольными образцами, что свидетельствует о более мягкой текстуре готового продукта. Таким образом, улучшение влагосвязывающих характеристик конины позитивно влияет на сочность и выход, однако снижает её механическую прочность.

Микробиологические показатели, как соленого полуфабриката, так и готовой продукции соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям. Отмечается небольшой рост общего числа микроорганизмов на начальной стадии механической обработки.

Тепловая обработка соленого полуфабриката положительно сказалась на качестве продукта. Использование парного сырья для производства соленых изделий особенно эффективно для малых предприятий, где нет возможностей для холодильного хранения мяса. При наличии компактных установок для механической обработки можно завершить процесс производства соленых изделий в течение 8-10 часов.

Выводы. Применение посола в количестве 13 % от массы сырья в сочетании с циклической механической обработкой в течение 6 часов значительно ускоряет процесс посола. Это также оказывает положительное влияние на физико-химические и структурно-механические свойства, как соленой конины, так и готового продукта. В результате обработки улучшаются характеристики соленого мяса, что способствует повышению его качества и стабильности в процессе хранения и дальнейшей переработки.

References

1. Lorea R. Beldarrain, Enrique Sentandreu, Noelia Aldai, Miguel A. Sentandreu // Horse meat tenderization in relation to post-mortem evolution of the myofibrillar sub-proteome. *Meat Science*.-2022. –Vol. 188. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108804>
2. Orynbekov D., Amirkhanov K., Kalibekkyzy Zh., Smolnikova F., Assenova B., Nurgazezova A., Nurymkhan G., Kassenov A., Baytukenova Sh., Yessimbekov Zh. Study on the combined effects of bromelain enzyme treatment and bacteria cultures on the physicochemical properties and oxidative stability of horse meat. -*Processes* 2024. –Vol. 12(8). <https://doi.org/10.3390/pr12081766>
3. Jazila El Malti, Hamid Amarouch. Microbial and physicochemical characterization of the horse meat in fermented sausage // *Food Biotechnology*. -2008. –Vol. 22(3). –P. 276-296, DOI:10.1080/08905430802262830
4. Marta Laranjo, Maria Eduarda Potes, Miguel Elias Role of Starter Cultures on the Safety of Fermented Meat Products // *Food Microbiology*. – 2019. -Vol. 10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00853>
5. Renata Stanisławczyk, Mariusz Rudy, Stanisław Rudy. The quality of horsemeat and selected methods of improving the properties of this raw material // *Processes*. – 2021. –Vol. 9(9). <https://doi.org/10.3390/pr9091672>
6. Lorenzo J.M., Maggiolino A., Sarriés M.V., Polidori P., Franco D., Lanza M., De Palo P. // Horsemeat: Increasing Quality and Nutritional Value. Springer, Cham. -2019. -P. 31-67. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05484-7_3
7. Il'ina N.M., Kucova A.E., Bujlenko Ju.S., Fomina T.Ju. Primenenie metodov biotekhnologii v mjasnoj promyshlennosti // *Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta*. -2017. -Tom 5. -№ 3. -S. 21-28. doi:10.14529/food170303 [in Russian]
8. Ryspaeva U.A., Bajtukenova Sh.B., Bajtukenova S.B. Vliyanie propionovokislyh mikroorganizmov na kachestvennye pokazateli polukopchenoj kolbasy // *Vestnik Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta*. -2023. -№4. –S. 83-90. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2023-4-83-90> [in Russian]
9. Dah-Sol Kim, Nami Joo (2020). Texture Characteristics of Horse Meat for the Elderly Based on the Enzyme Treatment // *Food Sci Anim Resour*. – 2020. –Vol. 40 (1). –P. 74-86. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e86>
10. Амирханов К.Ж. Биотехнологические методы обработки парной конины // *Все о мясе*. -2009. - № 5. - С. 26-28.

Сведения об авторах

Гаптар С.Л. - заведующая кафедрой технологии пищевых производств и индустрии питания, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», Новосибирск, Россия, e-mail: 466485@mail.ru;

Байтуkenова С.Б.- к.т.н., ассоциированный профессор кафедры технологии и стандартизации, Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова, Астана, Казахстан, e-mail: saule7272@mail.ru

Information about the authors

Gaptar S.L. – Head of the Department of Food Production Technology and the Food Industry, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia, e-mail: 466485@mail.ru;

Baitukenova S.B. – Head of Department “Technology and Standardization”, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov, Astana,

Kazakhstan, e-mail: saule7272@mail.ru