

Б.А. Рскедиев, К.Ж. Амирханов**ТЕРМОЛАБИЛЬНОСТЬ ВНУТРИМЫШЕЧНОЙ
СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ КОНИНЫ**

Рассмотрен процесс автолиза конины, изменения мышечных и соединительнотканых белков под действием протеолиза. Характеризуется жесткость мяса с точки зрения содержания внутримышечной соединительной ткани (коллагена и эластина). Для посола парной конины были использованы поликомпонентный рассол и механическая обработка в циклическом режиме. Для оценки состояния внутримышечной соединительной ткани определяли развариваемость коллагена до и после обработки. Были исследованы изменения структурно-механических свойств соленого мяса конины в зависимости от способа обработки. Установлено положительное влияние поликомпонентного рассола и механической обработки на структурно-механические показатели соленой конины.

Конина, посол, коллаген, развариваемость, поликомпонентный рассол, напряжение среза, дезагрегация.

Как известно, процесс созревания мяса состоит из двух фаз. В первой фазе (стадии посмертного окоченения) преобладают сокращения мышц, которые связаны с образованием прочного белкового комплекса. Во второй фазе происходят процессы размягчения мышечной ткани и накопления продуктов, формирующих основные качественные показатели мяса. На этой стадии мышечные белки подвергаются различной степени денатурации и протеолизу.

После разрешения окоченения состояние сократительных белков изменяется таким образом, что мясо приобретает уже ряд благоприятных качественных характеристик - мягкую консистенцию, сочность, выраженный приятный цвет, вкус и аромат.

В размягчении мяса сначала ведущую роль играет денатурация белков, приводящая к разрушению актомиозинового комплекса, и ограниченный протеолиз, способствующий разрыву длинных цепей миофибриллярных белков, что также в известной мере уменьшает его жесткость.

В процессе созревания мяса исключительно устойчивы к воздействию катепсинов эластин и коллаген: некоторая фрагментация этих белков обнаруживается лишь после 10-ти суток с начала хранения мяса. Однако это еще не может служить убедительным доказательством того, что соединительная ткань вообще не принимает участия в созревании мяса. Как известно, в состав соединительной ткани кроме эластиновых и коллагеновых волокон входит также основное (межуточное) вещество, играющее роль «цементирующего» фактора, который удерживает отдельные компоненты соединительной ткани в определенной структурной целостности. Это вещество по своему химическому строению является гликопротеидом - сложным белком, протетическая группа которого представлена мукополисахаридами.

Мукополисахариды, как и белки, - высокомолекулярные соединения, составленные из большого числа моносахаридов и их производных. Одним из важнейших мукополисахаридов основного вещества соединительной ткани является гиалуроновая кислота. Как полагают, основное вещество соеди-

нительной ткани тоже принимает участие в формировании консистенции мяса, влияя, в частности, на его упругоэластические свойства. При этом существенное значение имеет не количество гликопротеида, а состояние его полимерности. Наблюдаемое в процессе созревания мяса увеличение количества продуктов расщепления мукополипротеидов свидетельствует об умеренно выраженной деполимеризации мукополисахаридов. На значение этого фактора указывает заметный эффект размягчения мяса при обработке его ферментами, обладающими гиалуронидазным действием. Возможно, что из-за мукополисахаридного компонента междуточное вещество трудно поддается действию катепсинов и тем самым защищает волокно эластина и коллагена от контакта их с протеолитическими ферментами.

Коллаген, будучи компонентом междуточного вещества, также принимает определенное участие в процессе созревания мяса и, в частности, в формировании его консистенции. Коллагеновые волокна обладают большей прочностью, но они малорастяжимые, при набухании в воде происходит их укорочение примерно на 30 %. При тепловой обработке коллаген набухает и превращается в глютин. В отличие от коллагеновых, эластические волокна хорошо растяжимы, но непрочны на разрыв. Они устойчивы к температурным воздействиям и при нагревании почти не меняются. Коллаген сваривается при температуре 65-67 °C [1, 2].

Масса, структура и степень развития соединительной ткани зависят от видовой принадлежности животного и физических нагрузок, испытываемых мышцами. Для мяса убойных животных, особенно крупного рогатого скота и лошадей, характерна сеть хорошо развитых соединительнотканых прослоек. Соединительная ткань состоит в основном из толстых коллагеновых и тонких эластических волокон.

Представление о протеолизе как решающем факторе процесса улучшения качества мяса (консистенции, нежности, вкуса) при его созревании принималось медленно.

С помощью современных высокочувствительных методов исследований установлено, что протеолиз является ведущим процессом на всех этапах

созревания мяса, играя решающую роль в формировании качественных показателей. Это подтверждает и практика искусственного улучшения консистенции мяса введением протеолитических ферментов [3, 4].

Жесткость мяса характеризуется степенью сопротивления его измельчению, резанию и т.д., она обратно пропорциональна его нежности и степени растяжимости мышц. Неслучайно поэтому объективная оценка жесткости мяса часто основывается на измерении сопротивления мяса резанию или сопротивления мышц растяжению.

Жесткость мяса определяется как прижизненными, так и послеубойными факторами.

Как следует из определения, жесткость (нежность) мяса - очень емкое понятие, включающее в себя множество протекающих в мясе физико-химических процессов. Физико-химические изменения, происходящие в белках, влияют на их растворимость, степень гидратации, экстрагируемость, электрофоретическую подвижность, изменяя тем самым влагоудерживающую способность мяса.

Белки парного мяса находятся в нативном состоянии, и растворимость их - максимальная, так как в этот период на поверхности молекул белков находится наибольшее количество гидрофильных групп, т.е. групп, способных связывать значительное количество воды. В период околечения мышц происходит общее снижение растворимости белков в результате понижения рН, значения которого приближаются к изоэлектрической точке мышечных белков (рН=5,0-5,8). В развитии послеубойного околечения участвуют не только миофибриллярные, но и саркоплазматические и даже соединительнотканые белки.

Вполне достоверным свидетельством участия соединительнотканых белков в формировании консистенции мяса - одного из важнейших элементов его пищевой ценности - является применение ферментных препаратов, воздействующих на соединительнотканые белки и ведущих к возрастанию нежности мяса.

Высказаны предположения, что после полного разрешения околечения, происходящего в течение первых дней после убоя животного, дальнейшее улучшение консистенции происходит только за счет набухания коллагена и его более быстрого превращения в глютин при тепловой обработке. Существует также мнение, что соединительная ткань подвергается автолитическим изменениям только после 20-30 дней хранения мяса в охлажденном состоянии.

По данным А.А. Собяниной (1978), количество соединительнотканых белков в % к общему белку составляет в конине - 2,82, в говядине - 1,6, в свинине - 1,43.

Исследование изменений внутримышечной соединительной ткани конины особенно актуально для определения эффективности использования биологически активных комплексов и физических методов воздействий.

Для улучшения структурно-механических и органолептических показателей конины были ис-

пользованы шприцевание поликомпонентного рассола, содержащего бульон, топленый жир, плазму крови и поваренную соль в количестве 10-15 % к массе сырья, механическая обработка на установке барабанного типа с продолжительностью до 4-х ч для более полного распределения рассола по объему сырья.

Состояние внутримышечной соединительной ткани конины оценивали по содержанию в ней оксипролина. Навеску конины 5 г помещали в стеклянную колбу с притертыми пробками, добавляли 10 мл дистиллированной воды и варили в течение 1-го ч в кипящей водяной бане. После варки пробы отмывали многократно от глютина дистиллированной водой (50-55 °С) и последующим центрифугированием и удалением жидкости.

Остаток количественно переносили для гидролиза в коническую колбу с воздушным холодильником. После гидролиза 6н HCl в течение 6-7 ч определяли содержание оксипролина, характеризующего количество фибриллярных белков соединительной ткани в навеске мяса. Параллельно определяли содержание оксипролина в сырой навеске мяса конины.

Учитывая, что содержание эластина в эндомизий и перимизий мышцы относительно невелико и, кроме того, эластин содержит всего около 2 % оксипролина, считали возможным условно отнести весь найденный в навеске мяса оксипролин к коллагену. Развариваемость коллагена в % рассчитывали по формуле:

$$P_k = (OПсм - OПвм) / OП см \times 100\% ,$$

где OПсм - количество оксипролина в навеске сырого мяса, мг; OПвм - количество оксипролина в навеске вареного мяса, мг.

Количество оксипролина в мышечной ткани конины определяли по методике Ноймана-Логана.

Для исследования были использованы полусухожильные мышцы лошадей 2-3-летнего возраста в парном состоянии после 6-ти суток хранения и после обработки поликомпонентным рассолом (ПКР) механического воздействия. Результаты определения степени развариваемости коллагена мышечной ткани конины приведены в таблице 1.

Таблица 1

Степень развариваемости коллагена мышечной ткани конины

Развариваемость коллагена, %	Парная 1-1,5 ч после убоя	Посол ПКР	Механическое воздействие (4 ч)	Хранение в течение 6-ти суток
Опыт 1	23,7	32,3	39,3	24,6
Опыт 2	22,6	30,3	38,5	24,5
Опыт 3	20,3	31,1	38,9	23,5
Среднее	22,2	31,2	38,9	24,2

Структурно-механические показатели соленой конины

Показатели	Контроль - традиционный рассол	ПКР (10-15 % к массе сырья)	ПКР+МО (2-4 ч)	Традиционный рассол + 6 ч выдержки
Напряжения среза, 10^5 Па:				
- поперек волокон	3,10±0,15	2,10±0,10	2,10±0,10	2,35±0,12
- вдоль волокон	2,78±0,12	1,81±0,10	1,71±0,10	2,12±0,10
Пластичность, $м^2 \times 10^{-4}$	3,62±0,21	3,70±0,19	3,75±0,17	3,41±0,12

При хранении мяса конины в охлажденном состоянии до 6-ти суток происходит изменение степени развариваемости коллагена, что свидетельствует о способности белков соединительной ткани подвергаться автолитическим или другим изменениям. В результате увеличивается их лабильность и уменьшается механическая прочность соединительной ткани.

Из полученных результатов следует, что в первые часы после убоя степень развариваемости коллагена конины составляет 20-23 % от исходного его содержания в конине. Развариваемость уменьшается в процессе хранения и через 48 ч составляет 16-18 %, что, видимо, связано с процессом посмертного окоченения. В дальнейшем, во второй фазе созревания, развариваемость коллагена снова возрастает и достигает к 144 ч хранения 23-24 %.

Наибольшее увеличение развариваемости коллагена (до 35-40 %) наблюдается при обработке конины с поликомпонентными рассолами, содержащими ферментный препарат гиалуронидазного действия [3].

Исследование структурно-механических показателей соленой конины показали, что использование поликомпонентного рассола и механических воздействий позволяет улучшить консистенцию соленой конины.

Изменение структурно-механических показателей соленой конины приведены в таблице 2.

Под воздействием ПКР и механической обработки в рыхлой соединительной ткани происходит набухание и разволокнение коллагеновых волокон, что облегчает их развариваемость.

Сваривание и гидротермическая дезагрегация коллагена при тепловой обработке конины сопровождается снижением прочностных характеристик готового продукта. При достаточно длительном нагреве сваренного коллагена происходит его дезагрегация в глютин, что способствует повышению усвояемости продукта.

Размягчающий эффект ПКР и механической обработки подтверждают также микроструктурные исследования соленой конины. Применение механической обработки вызывает разрыхление структуры мышечной ткани, повышение проницаемости в результате механической деструкции и лучшее распределение компонентов ПКР не только по прослойкам, но и между отдельными мышечными волокнами. Происходит резкое ослабление или исчезновение поперечной исчерченности, образование в мышечных волокнах поперечных трещин и фрагментов, появление мелкозернистой массы в промежутках между волокнами и местах нарушения их целостности.

На основании гистологических исследований можно сделать вывод о том, что использование ПКР и механической обработки приводит к положительным изменениям микроструктуры мышечной ткани конины и способствует получению нежного и сочного продукта.

Список литературы

1. Шаробайко В.И. Биохимия холодильного консервирования пищевых продуктов. - Л.: Изд. ЛГУ, 1986. - 222 с.
2. Рогов И.А. и др. Химия пищи. Книга 1. Белки: структура, функции, роль в питании. - М.: Колос, 2000. - 384 с.
3. Большаков А.С., Тулеуов Е.Т., Амирханов К.Ж. и др. Производство мясопродуктов из конины. Обзорная информация. - М.: АгроНИИТЭИММП, 1988. - 48 с.
4. Ратушный А.С. Применение ферментов для обработки мяса. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 86 с.

SUMMARY

B.A. Rskeldiev, K.Zh. Amirchanov

Temperature-sensitive intramuscular connective tissue horseflesh

The process aging horseflesh , changes in muscle and connective proteins under the effect of proteolysis. Characterized by stiffness of meat in terms of intramuscular connective tissue (collagen and elastin). For salting fresh horseflesh were used polikomponents brine and machining in the cyclic massaging. To assess the status of intramuscular connective tissue determined collagen weldability before and after treatment. There were investigated the changes of structural and mechanical properties of salted meat horseflesh, depending on the method of processing.

It has a positive impact polikomponentnogo brine and mechanical processing on the structural properties of saline horseflesh.

