

*Машанова Н.С.*

**МИКРОСТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЫШЕЧНОЙ  
ТКАНИ ЖИВОТНЫХ**

*N.S. Mashanova*

**MICROSTRUCTURAL RESEARCH OF ANIMAL'S  
MUSCULAR TISSUE**

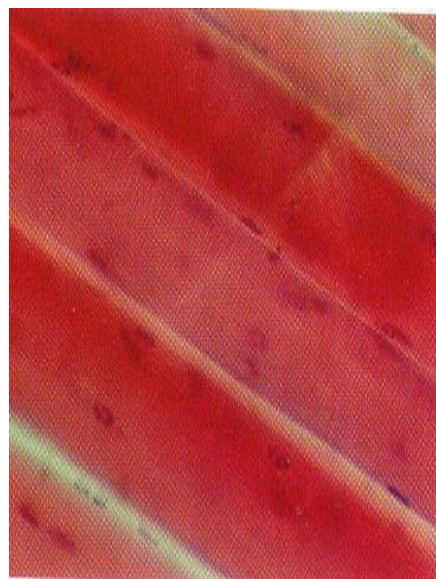
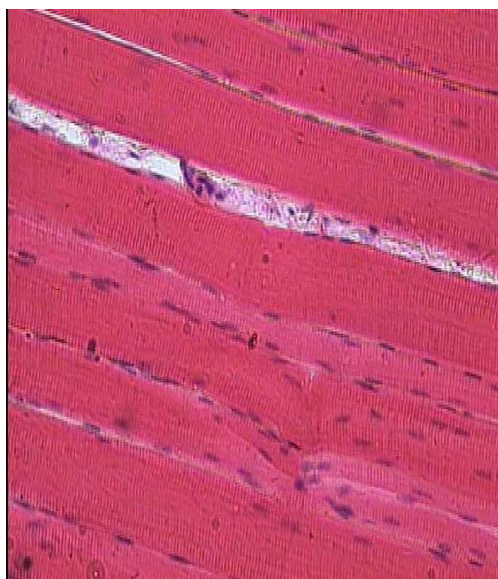
УДК: 637.525

*Проведены ультраструктурные исследования мышечной ткани животных, подвергнутых механической обработке – массажу, а также ферментации. Показано, что использование ферментов и массаж обеспечивают благоприятные конформационные изменения мышечных и соединительных белков.*

*There was carried out ultra structural research of animal's muscular tissue after mechanical treatment (massing) and fermentation. It is shown that fermentation and massing provide for favorable conformational alteration of muscular and connecting proteins.*

Функциональное состояние мышечной ткани достаточно однотипное. На поперечном

срезе длиннейшей мышцы спины мышечные волокна характеризуются плотной упаковкой в пучках первого порядка. Форма волокон полигональная или слабо округлая. Прослойки эндомизия очень нежные и состоят преимущественно из клеточных элементов. Граница между отдельными мышечными волокнами устанавливается на локализации ядер как в мышечных, так и соединительнотканых клетках, входящих в состав эндомизия. Первичные пучки разделены тонкими прослойками соединительнотканного каркаса мышцы - перимизием, слабо развитым в длиннейшей мышце овец (рисунок 1).



**Рисунок 1** - Микроструктура длиннейшей мышцы спины овцы.

На поперечных срезах хорошо различимы очертания мышечных волокон, которые в такой плоскости имеют многоугольную форму с разной степенью сглаженности углов и округленности. Средний диаметр мышечных волокон в данной мышце нормального мяса составляет  $47,6 \pm 1,7$  мкм. Мышечные волокна расположены достаточно свободно, порозность мышечной ткани составляет  $14,0 \pm 0,9$  % (рисунок 2).

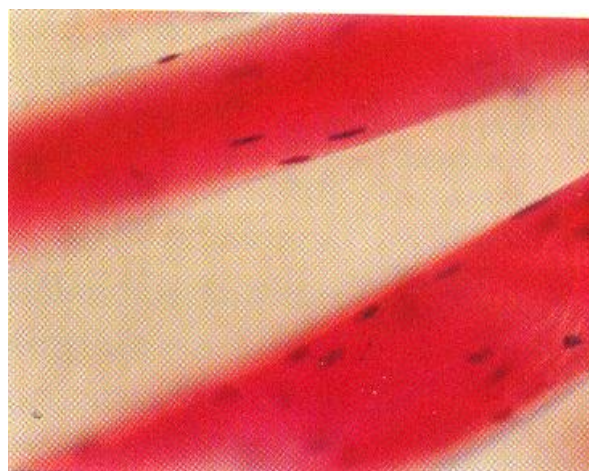


Рисунок 2 - Ультраструктура полусухожильной мышцы.

Улучшение вкуса, аромата и консистенции мяса, стабилизация его цвета, приобретение специфических свойств при различных технологических процессах зависят от действия ферментов. Между тем, мышцы характеризуются низкой концентрацией внутриклеточных ферментов.

Результаты ультраструктурных исследований дополнили картину биохимических изменений в мясе при посоле в условиях механической обработки. В парном мясе волокна имеют прямолинейное расположение и плотно прилегают друг к другу. Ядра хорошо видны, различима поперечная исчерченность волокон [1].

После воздействия механической обработки (МО) на соленую мышечную ткань отмечается набухание мышечных волокон. Волокна расположены прямолинейно или волнисто, значительно раздвинуты. Имеются множественные повреждения и деформации волокон. Поперечная исчерченность хорошо различима. В пространствах между волокнами заметно незначительное количество белковой массы. Саркоlemma многих волокон сильно повреждена, имеется много узлов сокращения, что свидетельствует о начале протеолиза мяса.

В образцах мяса, подвергнутых МО, наблюдается образование монолитной структуры с хорошо различимыми поперечными микротрещинами и пространствами, заполненными белковой массой. Поперечная исчерченность слабо различима. Имеется много узлов сокращения. Полученные данные по микроструктуре мяса по окончании циклического механического массирования свидетельствуют о существенных разрушениях и протеолитических изменениях через 6-9 ч с момента убоя. Исследование ультраструктуры

мышечной ткани имеет несомненно важное значение для выяснения сущности протеолитических изменений мяса в процессе посола в условиях интенсификации.

В результате массирования обнаружены прогрессирующее сокращение миофибрилл мышечного волокна, утолщение z-линий и их частичное разрушение, границы деления миофибрилл на саркомеры трудно различимы. При этом, продольная исчерченность мышечных волокон сохраняется.

При механической обработке соленой мышечной ткани наблюдаются фрагментация миофибриллярных структур, поперечное бахромчатое расслоение z-линий, увеличение пространства между волокнами, заполненного рассолом, нарушение целостности мембраны сарколеммы.

Исследование образцов парной мышечной ткани после ЦМО показало разрыхление миофибриллярной структуры, деструкции и разрыв протофибрилл в области z-линий, смещение структурных элементов соседних миофибрилл. Наблюдаются повреждения целостности сарколеммы. Миофибриллярные структуры растянуты и набухли. В местах разрушения миофибрилл и образовавшихся пространств наблюдается скопление мелкозернистой белковой массы.

Одним из наиболее эффективных способов улучшения качества мяса является обработка его растворами протеолитических ферментных препаратов (ФП). Биохимические процессы в ферментированной баранине значительно отличаются от процессов в обычном мясе. Это влияет на качество баранины и готовых продуктов из него.

Являясь высокомолекулярным соединением, белок под действием протеолитических



ферментов расщепляется до более простых веществ - пептидов и аминокислот, которые участвуют в образовании аромата и вкуса созревшего мяса. Значительным изменениям подвергаются водорастворимые белки - миоген, глобулин, миоглобин, гемоглобин и другие в процессе посола мяса. Под действием ферментов мышечной ткани и введенных препаратов изменяется соотношение высоко- и низкомолекулярных фракций белков в баранине. В процессе созревания снижается количество высокомолекулярных и значительно увеличивается количество низкомолекулярных белков. Это существенно влияет на увеличение растворимости белков саркоплазмы, особенно в ферментированных образцах. Как правило, в процессе созревания белки саркоплазмы, имеющие глобулярную структуру, не оказывают существенного влияния на изменение консистенции мяса и мясопродуктов, так как из них в

первую очередь образуются различные вкусовые и ароматические вещества.

В баранине, обработанной ФП, через 48 ч обнаружены участки мышечных волокон с разной степенью деструкции. В центре распада появилась зернистая масса с разбросанными в ней остатками гомогенных и пикнотичных ядер. В некотором удалении от места введения фермента обнаружены отдельные фрагменты мышечных волокон с плохо различимой поперечной исчерченностью.

Особое внимание привлекает набухание под действием фермента каналов саркоплазматического ретикулума. Обнаружено, что внутри канальцев имеются плотные структуры, не подвергающиеся действию энзима. В дальнейшем действие энзима распространяются на z-пластинки и связанные с ней активные протофибриллы. Заканчивается протеолиз мышц полной деструкцией и дискомплексацией миозиновых протофибрилл.



**Рисунок 3** - Ультраструктура мышечной ткани баранины после обработки ферментом и МО (увеличение 40000).

Использование ферментов и механического воздействия на мясо в процессе посола обеспечивает благоприятные конформационные изменения мышечных и соединительных белков (рисунок 3). Можно ожидать положительного влияния применяемых технологических приемов на усвояемость белков готового продукта под действием пищеварительных ферментов человека. Одним из важных показателей качества мяса и глубины прошедших протеолитических процессов является перевариваемость его белков ферментами желудочно-кишечного тракта. Нами установлено, что при последовательном воздействии ферментами пепсином и трипсином на мышечную ткань (*in vitro*)

количество гидролизованного тирозина (мг/1г белка) в ходе выдержки баранины в посоле опытных и контрольного образцов возрастает. После 7 сут. выдержки в контрольном образце количество гидролизованного тирозина увеличивается с 47,2 до 64,6 мг/г белка, то есть на 13,7 %. В опытных образцах с ферментами ренниномином П10Х количество тирозина составляет 68,2 мг/г белка (увеличение 34,2 %). В случае совместного использования ФП и МО количество тирозина повышается до 77,2 мг/г белка, что составляет 39,9 % увеличения, то есть перевариваемость улучшается на 26,2 %. На протяжении всего периода посола баранины перевариваемость *in vitro* белков ферменти-

рованного мяса выше, чем контрольного образца. Под действием ФП накапливается больше азота, водо-, соле- и щелочераст-  
воримых белков, полипептидов. Перевари-  
ваемость *in vitro* белков фермен-тированного  
мяса выше, чем обычного. Это свидетельствует  
о том, что в ферментированном мясе

биохимические процессы созревания протекают  
более интенсивно, чем в обычном.

**Литература:**

1. Узаков Я.М. Микроструктура мяса и мясопродуктов.  
Учебное пособие. – Алматы, 2007. – 72 с.

**Рецензент: д.тех.н., профессор Мусульманова М.М.**

---