

ИЗМЕНЕНИЕ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ
ОХЛАЖДЕННОГО МЯСА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ХРАНЕНИЯ

04

А.А.Белоусов

Ю.Г.Костенко

В мировой практике производство, потребление и экспорт охлажденного мяса постоянно возрастают, в связи с чем сохранение его качества и удлинение сроков хранения является актуальной проблемой. Ее решение возможно на основе глубокого изучения супрамолекулярных процессов, протекающих в охлажденном мясе, и использования полученных данных для совершенствования технологических режимов обработки и холодильного хранения туш.

Важным аспектом изучения возможности повышения качества охлажденного мяса является исследование ультраструктуры поверхностных слоев мышечной ткани, которые в процессе обработки и хранения туш претерпевают существенные изменения. Знание характера и направленности этих изменений позволит целенаправленно выбирать или изменять режимы обработки туш в целях удлинения сроков их хранения без снижения качества мяса.

В работе представлены результаты электронномикроскопических исследований поверхностных слоев мышц крупного рогатого скота после разделки туш и хранения мяса в охлажденном состоянии.

Материалом для исследований служили мышцы — двуглавая бедра, подкожная туловища и широчайшая спины от трех туш крупного рогатого скота, не подвергнутых обмыванию водой при разделке. Пробы из поверхностных слоев вышеуказанных мышц, размером $2 \times 1 \times 1$ мм, отбирали через 20–30 мин. после убоя (по окончании разделки), затем через 2 и 7 сут. хранения туш при температуре от 0° до -1°C .

Взятые пробы фиксировали 1%-ным раствором OsO_4 и заливали в метакрилат. Срезы изготавливали на ультрамикротоме \mathcal{L} KB 480I A, контрастировали на сеточках уранил-ацетатом и гидроокисью свинца по Рейнольдцу и просматривали в электронном микроскопе $\mathcal{JEM}-7$ при 5000–40000-инструментальном увеличении.

Через 20–30 мин. после убоя животного в поверхностных слоях всех исследованных мышц миофибриллы находятся в сокращенном состоянии: хорошо различимы только А-диски, миозиновые протофибриллы в них несколько изогнуты, на месте \mathcal{Y} -дисков вокруг \mathcal{Z} -пластинок обнаруживаются полосы сокращения активновх протофибрилл, образованные вследствие конформации последних в этой области. В центре А-диска актинов протофибриллы перекрывают друг друга и несколько изгибаются, в связи с чем Н-диски отсутствуют, а М-пластинки несколько уплотнены. Миозиновые и актиновые протофибриллы в А-диске связаны между собой поперечными мостиками (рис. I).

04

Fig. 1. Electronogram of a muscle fiber section from the surficial layer of biceps femoris 30 min. after slaughter
1 - sarcolemma, 2 - sarcoplasm, 3 - myofibrils, 4 - sarco-
somes, 5 - capillary canal



Рис. 1. Электроннограмма участка мышечного волокна из поверхностного слоя двуглавой мышцы бедра через 30 мин. после убойя животного:

1 - сарколемма, 2 - саркоплазма; 3 - миофибриллы; 4 - саркосомы;
5 - просвет капилляра

Миофибриллы мышечных волокон погружены в саркоплазму, которая представляет собой зернистую массу и содержит большое количество гранул гликогена.

В саркоплазме, рядами между миофибриллами или группами под сарколеммой, располагаются митохондрии - саркосомы, имеющие овальную форму. Саркосомы распределяются в мышечных волокнах и отдельных его участках неравномерно. Оболочка саркосом - двойная, внутренняя - образует кристы. Матрикс саркосом просветлен.

Сарколемма - оболочка мышечного волокна - состоит из трех слоев: базальной и плазматической мембран и светлого промежуточного слоя.

Во многих участках волокна сарколемма складчатая. В месте соприкосновения мышечного волокна со стенкой капилляра на внутренней поверхности плазматической мембраны выявляются многочисленные пинноцитозные пузырьки.

Саркоплазматический ретикулум представлен поперечными каналами, образованными вследствие впячивания плазмолеммы в глубь волокна, и продольными.

Ультраструктура мышечных волокон подкожного мускула туловища имеет некоторые особенности, которые заключаются в более рыхлом расположении его мио- и протофибриллярных структур (рис. 2) и в меньшем количестве саркосом.

Fig. 2. Muscle fiber section from the surficial layer of the musculocutaneous maximus of the body 30 min. after slaughter
1 - protofibrillar structures, 2 - sarcosomes



Рис. 2. Участок мышечного волокна из поверхностного слоя подкожного мускула туловища через 30 мин. после убоя животного: 1 - протофибриллярные структуры; 2 - саркосомы.

Через 2 сут. хранения мяса в охлажденном состоянии мышечные волокна поверхностных слоев туши находятся в сокращенном состоянии. Миофибриллы и протофибриллярные структуры сближены. Особенно сильно это выражено в мышечных волокнах двуглавой мышцы бедра, где вследствие такого сближения Z-пластинки рядом лежащих миофибрилл сливаются и образуют сплошную полосу, пересекающую мышечное волокно в поперечном направлении. Сарколемма местами сливается со струк-

турами миофибрилл (рис. 3).

Саркоплазма уменьшена в объеме, гранулы гликогена не обнаруживаются.

Fig. 3. Electronogram of a muscle fiber section from the surficial layer of biceps femoris after a 2-day cooled storage
1 - sarcolemma, 2 - myofibrils, 3 - Z-plates, 4 - sarcoplasm



Рис. 3. Электроннограмма участка мышечного волокна из поверхностного слоя двуглавой мышцы бедра через 2 сут. хранения мяса в охлажденном состоянии:

1 - сарколемма; 2 - миофибриллы; 3 - Z-пластинки; 4 - саркоплазма

В наименьшей степени уплотнение ультраструктур выражено в мышечных волокнах поверхностных слоев подкожного мускула туловища. Митохондрии деформированы, в отдельных из них обнаруживаются небольшие липидные гранулы. Саркоплазма просветлена. Выявляются деструктивные изменения в саркоплазматическом ретикулуме.

После 7 сут. хранения туш в охлажденном состоянии в мышечных волокнах поверхностных слоев двуглавой мышцы бедра и широчайшего мускула спины обнаруживается резкое уплотнение и значительная гомогенизация ультраструктур; границы миофибрилл и саркомеров нераз-

личимы, сарколемма полностью слилась с миофибриллярными структурами, протофибриллы сильно сближены и не имеют отчетливо выраженной структуры (рис. 4).

Fig. 4. Electronogram of a muscle fiber section from the surficial layer of biceps femoris after a 7-day cooled storage



Рис. 4. Электроннограмма участка мышечного волокна из поверхностного слоя двуглавой мышцы бедра через 7 сут. хранения мяса в охлажденном состоянии

Для мышечных волокон поверхностных слоев подкожного мускула туловища характерна та же направленность изменений, однако выражены они значительно меньше. Миофибриллы сближены, протофибриллярные структуры несколько уплотнены и гомогенны. Однако в отличие от изменений, описанных для мышц задней и передней частей туши, в подкожном мускуле туловища границы миофибрилл и саркомеров хорошо различимы, а в отдельных участках отмечается набухание миозиновых нитей (рис. 5).

Fig. 5. Muscle fiber section of the surficial layer of the musculus cutaneous maximus 7 days after slaughter
1 - myofibrils, 2 - Z-plates



Рис. 5. Участок мышечного волокна поверхностного слоя подкожного мускула туловища через 7 сут. после убоя животного:
1 - миофибриллы; 2 - Z-пластинки

Исследования показали, что ультраструктура мышечных волокон поверхностных слоев мышц разных частей туши через 20-30 мин. после убоя в основном идентична. В подкожной мышце туловища распределение мио- и протофибриллярных структур более рыхлое, чем в двуглавой мышце бедра и широчайшем мускуле спины.

В процессе 7-суточного хранения охлажденного мяса в задней (двуглавой мышце бедра) и передней (широчайшем мускуле спины) частях туши происходит резко выраженное уплотнение и гомогенизация всех структур мышечных волокон поверхностных слоев мышечной ткани. Это является основой образования в этих частях туши плотной корочки подсыхания и предопределяет хорошую сохранность их в условиях длительного хранения.

В средней части туши (подкожном мускуле туловища) отчетливо выраженной гомогенизации структур мышечных волокон поверхностных слоев мяса не обнаружено, что, по-видимому, и обуславливает меньшую устойчивость этой части туши в процессе хранения.