

УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТЫХ МЫШЦ D 3
В ПРОЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО МЯСА

А.А.Белоусов , Е.И.Скалинский

Получение продуктов высокого качества в мясной промышленности возможно на основе глубокого понимания процессов, протекающих в мясе после убоя животного, рационального управления ими и выбора оптимальных условий для хранения мяса и последующей его переработки. Большие возможности в изучении мяса и мясопродуктов открывает электронная микроскопия. Она позволяет не только существенно повысить научную достоверность получаемых результатов, но и установить непосредственную взаимосвязь между биохимическими и структурными показателями на различных стадиях того или иного технологического процесса.

Целью настоящей работы явилось изучение структурно-биохимических изменений мышц при созревании и их влияния на качество мяса.

Исследованию подвергали ультратонкие срезы участков мышц свиней (двуглавого бедра и длиннейшей спины), а также крупного рогатого скота и овец через различные сроки созре-

вания до 30 сут. при 4°C. Для выявления качественных различий мяса разных сроков созревания на участки мышц свиней, взятые через 2 часа, 1, 10 и 30 сут. аутолиза, воздействовали 1%-ным раствором пепсина на 0,02N HCl при 37°C в течение 2, 5, 15, 30, 45, 60 и 120 минут.

Полученные данные свидетельствуют, что ультраструктура поперечно-полосатых мышечных волокон свиней (рис. 1, 2), крупного рогатого скота и овец имеет основные черты строения, характерные также для мышц других видов животных, и отличается от них лишь расположением, размерами и соотношением структурных элементов.

Аутолиз поперечно-полосатых мышц весьма сложный процесс, характеризующийся явлениями деструкции мышечных волокон: гликогенолизом, липофанерозом, протеолизом и распадом мукополисахаридов. Различия в характере и выраженности ультраструктурных изменений, в зависимости от сроков хранения мяса, позволили выделить пять стадий аутолитического процесса (сроки по стадиям приведены для мышц свиней):

а) расслабления мышц с формированием узлов и полос сокращения (2 часа);

б) тотального посмертного сокращения мышечных волокон (рис. 3), сопровождающуюся дегидратацией миофибрилл, деструкцией гиалоплазмы, отеком митохондрий, началом отщепления и отмешивания липидов с выходом их в область γ -пластинок, маргинацией хроматина ядер и отслоением сарколеммы (2 часа - 1 сут.);

в) разрешения посмертного сокращения мышечных волокон (рис. 4), характеризующуюся разобщением актомиозинового комплекса, развитием процесса липофанероза с агрегацией липидов в

полости каналов и цистерн саркоплазматического ретикулума, началом набухания и расщепления миозиновых протофибрилл, началом локальных деструкций миофибрилл (1-10 сут.);

г) деструкции протофибрилл, характеризующуюся продолжающимся расщеплением миозиновых протофибрилл, локальными деструкциями миофибрилл (рис. 5) и дальнейшим развитием процесса липолиза (10-20 сут.);

д) деструкции миофибрилл с окончательным выходом липидов из области Z -пластинок, продолжающейся локальной деструкцией миофибрилл, множественным распадом Z -пластинок (рис. 6) и связанных с ними мукополисахаридов (20-30 сут.).

Было выявлено, что для искусственного протеолиза поперечно-полосатых мышц характерны следующие стадии процесса:

а) набухания мышечных волокон (рис. 7), сопровождающаяся расширением каналов и цистерн Т-системы, набуханием А-дисков миофибрилл и их миозиновых нитей;

б) б) деструкция протофибрилл (рис. 8), характеризующаяся расщеплением актиновых и миозиновых нитей;

в) деструкции миофибрилл (рис. 8) с распадом Z -пластинок, нарушением разграничения их на саркомы и образованием тонкофибриллярной однородной массы;

г) деструкции мышечных волокон (рис. 9, 10) с образованием ячеистой сети деформированных мембранных структур.

На скорость и характер протеолитического процесса непосредственно влияют степень аутолиза поперечно-полосатых мышц. У мышц в стадии тотального ~~с~~ращения скорость искусственного протеолиза по субмикроскопическим показателям наименьшая, в конце третьей стадии аутолиза она в 2-3 быстрее, а в пятой стадии

в 4-6 чем мышцы первой и второй стадий аутолиза. Ускорение процесса переваривания мяса и улучшение пищевой ценности его на поздних стадиях аутолиза обусловлены увеличением проницаемости мышечных волокон для ферментов в связи с разрешением посмертного окоченения, развитием липофанероза и деструкции мышц.

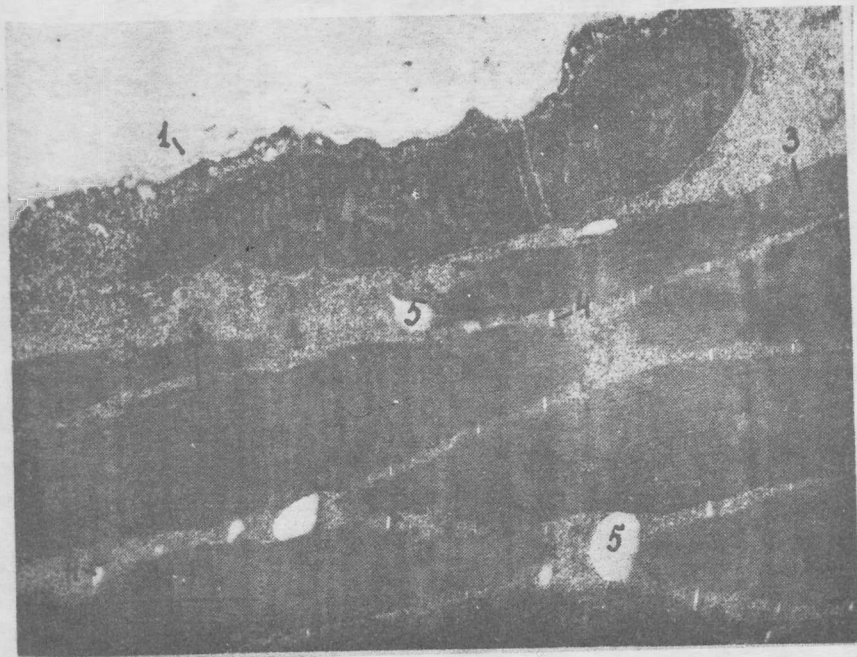


Рис. 1. Электроннограмма биопсированного участка мышечного волокна:
1 - сарколемма; 2 - ядро; 3 - миофибриллы; 4 - каналы Т - системы; 5 - расширение каналов Т - системы.
Глютараль дегид, заливка в аралдит.

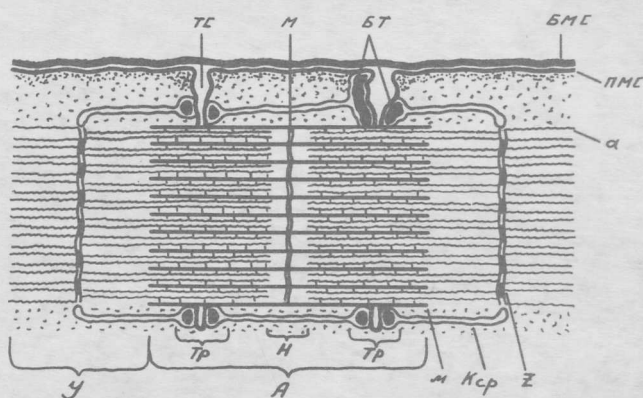


Рис. 2. Схема строения участка поперечно-полосатого мышечного волокна свиней в расслабленном состоянии
 БМБ - базальная и ПМС - плазматическая мембраны сарколеммы;
 А-анизотропный и I-изотропный диски; Н-светлый диск в центре А-диска; М - пластинка посередине А-диска;
 Z-пластинка в центре I-диска; α-актиновые и м-миозиновые протофибриллы; ТС-каналы Т-системы; БТ-боковые тяжи;
 Тр-триады; Кср-продольные каналы саркоплазматического ретикулума.

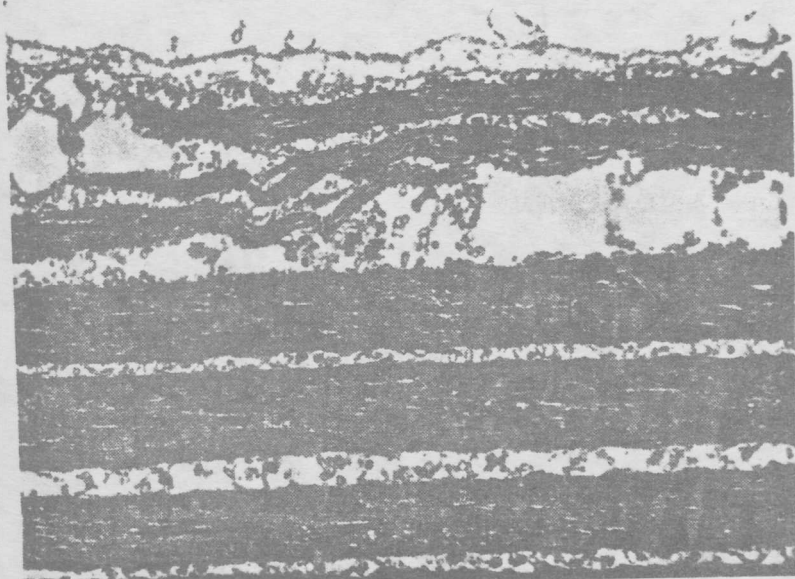


Рис. 3. Один сутки аутолиза. Посмертное окончание. Максимальное сокращение миофибрилл. Потеря границ саркомеров. Этот и последующие препараты - фиксация осми-ем заливка в метакрилат.

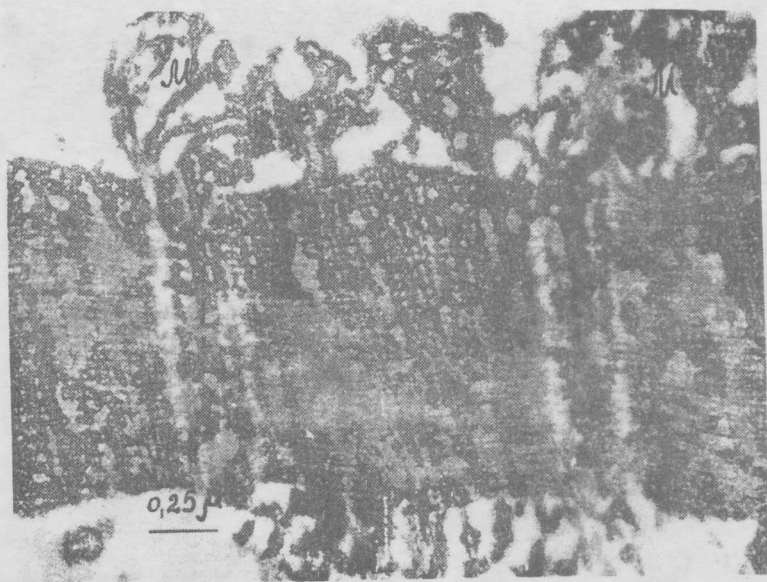


Рис. 4. Двое суток аутолиза. Начало разрешения посмертного сокращения. Восстановление J - дисков и срединных I - полосок. Скопление липидов в области Z - пластинок (1) и в полости цистерн T - системы (2). Липидоз митохондрий (M).

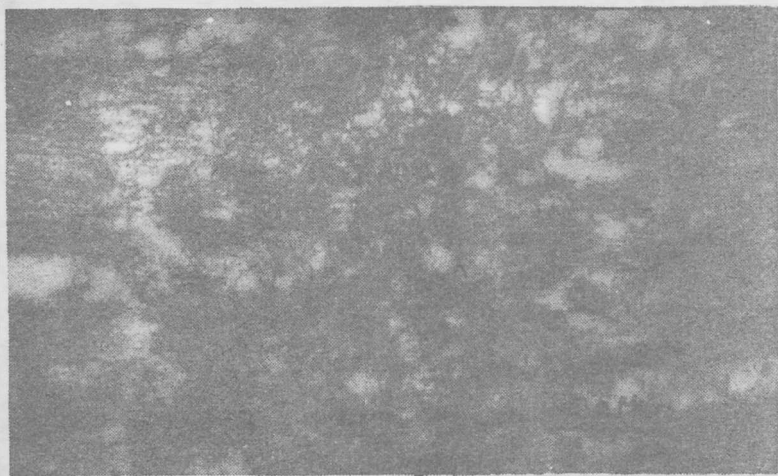


Рис.5 Десять суток аутолиза.Локальная деструкция миофибрилл мышечного волокна.

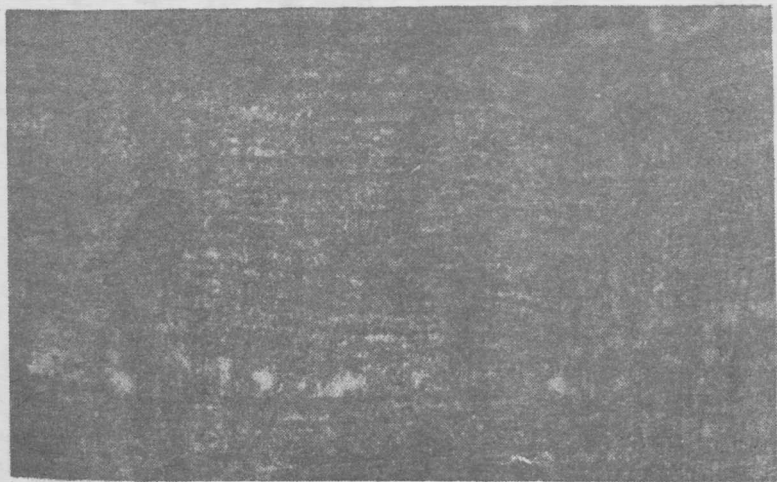


Рис.6 Тридцать суток аутолиза.Деструкция Z -пластинок миофибрилл.



ис. 7. Набухание прото- и миофибрилл, отек саркоплазматического ретикулула и деструкция митохондрий в участке поперечно-полосатых мышц односуточного срока аутолиза через 5 мин. протеолиза.

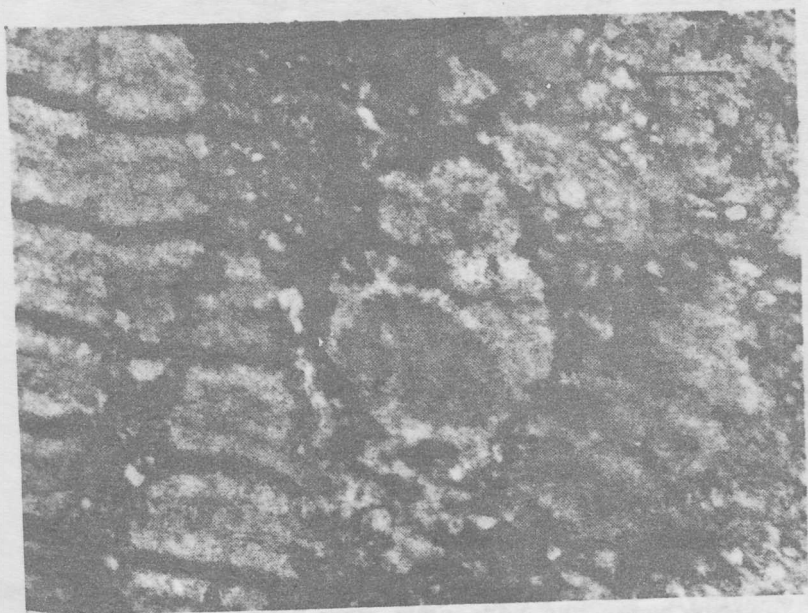


Рис. 8. Участок мышцы десятисуточного срока аутолиза через 30 мин. протеолиза. Слева - деструкция протофибрил; справа деструкция миофибрилл. Маргинация хроматина ядра.

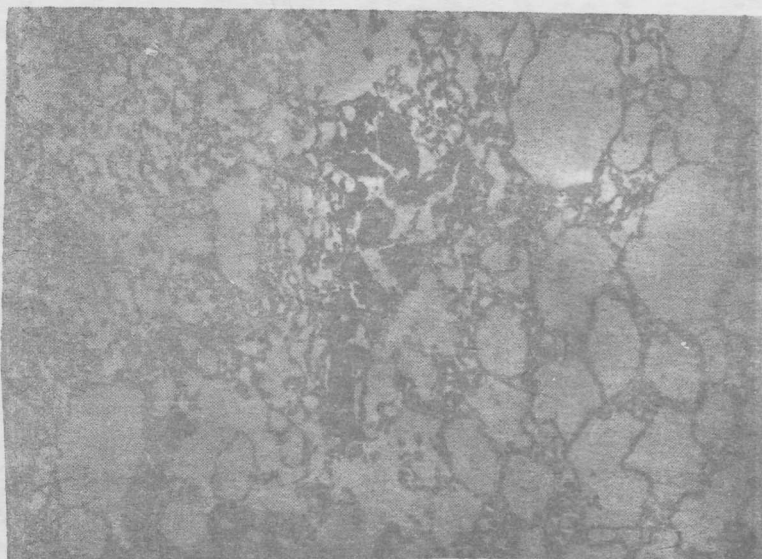


Рис.9. Участок поперечно-полосатых мышц 2-часового аутолиза через 1 час протеолиза. Деструкция мышечных волокон. Отсутствие липидных гранул.
1 - ядра; 2 - остатки мембранных структур.

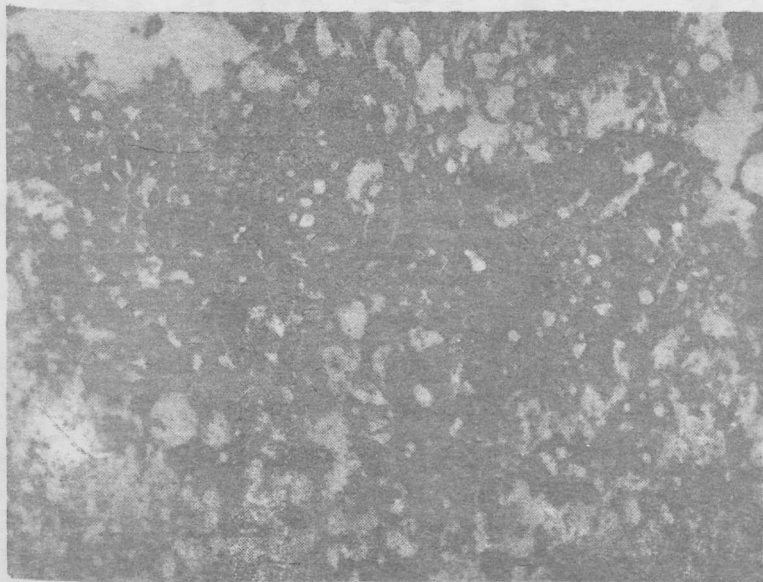


Рис.10. Участок мышцы десятисуточного срока аутолиза через 30 мин. протеолиза. Деструкция мышечных волокон. Маргинация хроматина ядер.
I - липидные гранулы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Скалинский Е.И., Белоусов А.А. Ультраструктура поперечно-полосатых мышц при аутолизе. "Мясн. индустр. СССР", 12, 29-32, 1968
2. Скалинский Е.И., Белоусов А.А. Ультраструктура поперечно-полосатых мышц в условиях протеолиза. "Мясн. индустр. СССР", 5, 27-29, 1969.