

А. А. НЕСТЕРЕНКО, А. И. РЕШЕТНЯК

ДЕЙСТВИЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ОБРАБОТКИ НА МЫШЕЧНУЮ ТКАНЬ ЖИВОТНЫХ

Ключевые слова: *волокна, гистология, мышечная ткань, структура ткани, электромагнитное воздействие, ядра.*

Аннотация. *В работе представлены результаты исследований воздействия низкочастотного электромагнитного воздействия на мышечную ткань свинины и говядины. Приведены снимки, обоснование и сравнение полученного результата.*

Долгое время считали, что низкочастотные электромагнитные поля (ЭМП), вплоть до медленно изменяющихся магнитного и электрического полей Земли, не оказывают сколько-нибудь заметного влияния на живые организмы. Такое убеждение основывалось на том, что биологические эффекты, связанные с преобразованием энергии этих весьма слабых полей в тканях живых организмов, ничтожно малы. Однако в последнее десятилетие выяснилось, что воздействие ЭМП может существенно сказываться на биологических объектах. За последние несколько лет нами изучено воздействие ЭМП на микрофлору и мышечную ткань животных [2, с. 75].

Целью данной работы является гистологическое изучение влияния низкочастотной обработки на мышечную ткань свинины и говядины.

Методы и материалы. При исследовании использовалась говядина высшего сорта и свинина полужирная. Для гистологического исследования мясо фиксировали в 10 % нейтральном водном растворе формалина в течение 24 часов. Промывали в проточной холодной воде 12 часов и заключали в желатин в соответствии с общепринятой методикой. Материал резали на микротом-криостате «МИКРОМ-НМ 525» (Germany) при -20 °С, получая срезы толщиной 10–15 мкм. Срезы колбасы получали при температуре в камере криостата -28 °С [1, с 102].

Срезы окрашивали гематоксилином Эрлиха и докрасивали 1 % свежеприготовленным водно-спиртовым эозином; заключали под

покровные стекла в глицерин-желатин, предварительно растапливая его на водяной бане.

Изучение микроструктуры образцов на гистологических препаратах и их фотографирование на цифровую фототехнику проводили на световом микроскопе «AXIOIMIGER.A1» (Carl Zeiss, Германия) с подключенной системой анализа изображения «AXIOVISION» с использованием соответствующей морфологической компьютерной программы при увеличениях объективов от x2 до x63 [6, с. 35].

Подготовка мясного сырья для обработки ЭМП заключалась в следующем: говядину жилованную высшего сорта и свинину жилованную полужирную в кусках массой до 300 граммов укладывали в тачки, при этом толщина слоя составляла 30 см. Уложенное в тачки сырье обрабатывали электромагнитным воздействием в течение 30 минут частотой 100 и 30 Гц. После обработки сравнивали полученный результат при помощи микроструктурного анализа [7, с. 250].

Результаты исследования. При исследовании длиннейшей мышцы спины свинины были получены следующие данные.

Мышечные волокна длиннейшей мышцы спины свинины находятся в стадии, предшествующей развитию посмертного окоченения (рис. 1). Основная часть мышечных волокон вытянута и имеет линейную форму. Меньшее количество волокон имеет извитую, слабоволнистую форму. Поперечная исчерченность в мышечных волокнах может быть хорошо выражена либо ослаблена в результате проявления зонального посмертного сокращения мышц. Ядра хорошо окрашиваются с четко выявляемым хроматином, овальной формы, расположены по всему объему саркоплазмы мышечного волокна. Соединительнотканые прослойки волнистые с отчетливо дифференцируемыми клеточными элементами эндомизия.

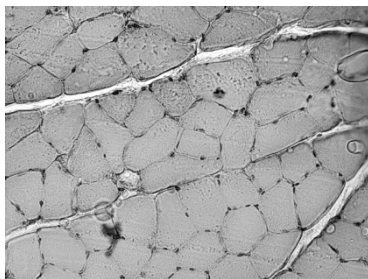


Рисунок 1 – Поперечный срез длиннейшей мышцы свинины. Об.20х.

На продольных срезах в мышечных волокнах выявляется отчетливая поперечная исчерченность, хотя в некоторых участках она сменяется продольной (рис. 2).



Рисунок 2 – Продольный срез длиннейшей мышцы свинины. Об. 63х.

Ядра клеток овальные с четко выделяющимся хроматином располагаются непосредственно под сарколеммой. Автолитические изменения в мышечной ткани практически не выражены, поперечно-щелевидные нарушения целостности мышечных волокон, характерные для развитого автолиза, отсутствуют.

Результаты исследования мышц говядины высшего сорта показали следующие результаты.

Мышечные волокна находятся в различном функционально-морфологическом состоянии (рис. 4).

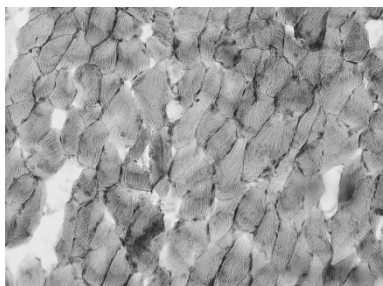


Рисунок 4 – Поперечный срез мяса говядины. Об.20х.

Основная их часть характеризуется широко амплитудной волнистостью, остальные имеют спрямленную форму. В большинстве мышечных волокон поперечная исчерченность умеренно выраженная.

Местами выявляются волокна с сильной извилистостью. Ядра хорошо прокрашиваются и характеризуются отчетливым хроматином. Располагаются они в значительно большем количестве массы вблизи сарколеммы. Соединительно-тканые прослойки волнистые, плотно прилегают к пучкам мышечных волокон, более развитые по сравнению с грудными мышцами.

Мышечные волокна находятся в стадии предшествующей развитию посмертного окоченения. Основная часть мышечных волокон вытянута и имеет линейную форму. Меньшее количество волокон имеет извитую, слабо волнистую форму. Поперечная исчерченность в мышечных волокнах может быть хорошо выражена либо ослаблена в результате проявления зонального посмертного сокращения мышц. На поперечном срезе форма мышечных волокон полигональная (рис. 5, 6).

Ядра клеток соединительной и мышечной тканей хорошо окрашиваются с четко выявляемым хроматином, овальной формы, расположены по всему объему саркоплазмы мышечного волокна. Соединительно-тканые прослойки волнистые с отчетливо дифференцируемыми клеточными элементами эндомизия и умеренно развитым аморфным веществом.

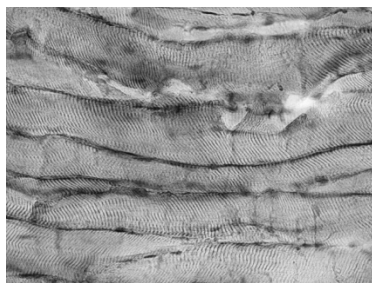


Рисунок 5 – Продольный срез говядины. Об. 40х.

Коллагеновых и эластиновых волокон в данной мышце в составе эндомизия умеренное количество. Более мощные слои коллагеновых волокон встречаются только в эпимизии. В составе перимизия встречаются клетки внутримышечного жира и кровеносные сосуды (капилляры, артерии и вены) различного диаметра (рис. 6).

При обработке мышечной ткани свинины полужирной и говядины высшего сорта низкочастотным излучением с частотой 35 Гц и продолжительностью 30 минут были получены следующие результаты.

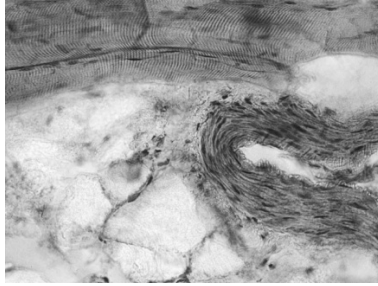


Рисунок 6 – Жировая ткань и кровеносный сосуд в перимизии. Об.40х.

Мышечная масса образца свинины полужирной содержит многочисленные, несколько большие в области межпучковых пространств и перимизия, светлые пространства, ассоциированные с соединительно-тканными структурами мышечного каркаса. Между мышечными волокнами располагается умеренно развитый соединительно-тканый каркас мышц (рис. 7). Отмечается существенно более развитые процессы деструктивных изменений, сопровождающиеся повреждениями сарколеммы и фрагментацией мышечных волокон. В то же время небольшая часть мышечных волокон характеризуется незначительными поперечно-щелевидными нарушениями целостности и разрывами. Наряду с первичными пучками с рыхлым расположением волокон встречаются уплотненные пучки мышечных волокон. Степень деформации самих мышечных волокон ограниченная.

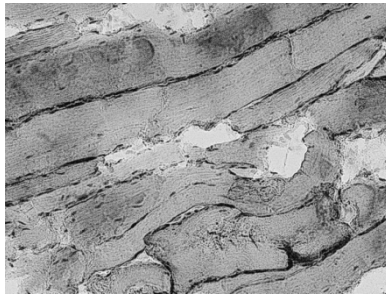


Рисунок 7 – Продольный срез мышечных волокон свинины полужирной. Поперечные трещины и фрагментация. Об.20X.

В результате упакованы мышечные волокна в первичном пучке плотно, между ними всегда наблюдаются тонкие светлые промежутки с аморфным межклеточным веществом.

Мышечные волокна достаточно часто разобщаются за счет появления вокруг них светлого не окрашиваемого гематоксилином и эозином пространства или же тесно сближены между собой. Между мышечными волокнами, преимущественно в областях перимизия, встречаются небольшие группы жировых клеток, имеющие различные размеры [5, с. 395].

Мышечные волокна характеризуются умеренной извитостью со слабыми проявлениями процессов созревания и автолиза, выражающихся в немногочисленных поперечно-щелевидных нарушениях целостности и разрывах. При этом ядра хорошо окрашиваются и локализованы в типичных для мышечной ткани мышц свиной зонах (рис. 8).

При анализе на уровне световой микроскопии мышечной ткани говядины высшего сорта установлено следующее. На продольных срезах в мышечных волокнах выявляется отчетливая поперечная исчерченность, хотя в некоторых участках она может сменяться на продольную.

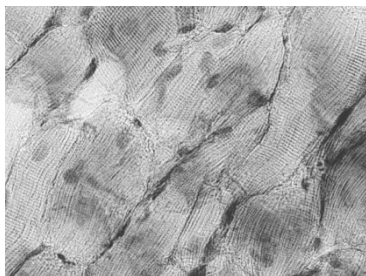


Рисунок 8 – Продольный срез. Мясо свинины. Об. 63х.

На фоне преобладающей линейной формы мышечных волокон можно обнаружить умеренно волнистые волокна или же их фрагменты. Сарколема не сохраняет свою непрерывность на большом протяжении мышечных волокон, разрывы и поперечные трещины обнаруживаются достаточно часто. На поперечных срезах форма мышечных волокон полигональная с ограниченной округленностью или же округлая (рис. 9).

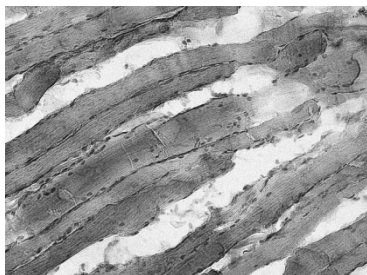


Рисунок 9 – Продольный срез мяса говядины высшего сорта. Об.20х.

Компоновка отдельных волокон в первичном пучке довольно рыхлая, с заметным светлым пространством в области эндомизия. Хорошо различима граница между отдельными мышечными волокнами. Ядра клеток соединительной ткани и мышечных волокон овальные, с четко выделяющимся хроматином располагаются непосредственно под сарколеммой. Деструктивные изменения в мышечной ткани в результате автолиза и электромагнитного воздействия выражены достаточно значительно (рис. 10) [3, с. 37].

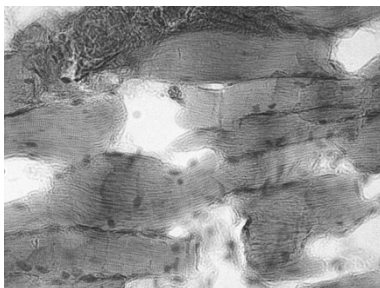


Рисунок 10 – Продольный срез фрагментированных мышечных волокон. Об. 40х.

При обработке мясного сырья свинины полужирной и говядины высшего сорта низкочастотным излучением с частотой 100 Гц и продолжительностью 30 минут были получены следующие результаты.

Мышечная масса свинины полужирной содержит многочисленные, несколько большие в области межпучковых пространств и перимизия, светлые пространства и ассоциированные с соединитель-

но-тканными структурами мышечного каркаса. Между мышечными волокнами располагается умеренно развитый соединительнотканый каркас мышц. Отмечается преимущественное отсутствие развитых процессов созревания без повреждения сарколеммы. В то же время небольшая часть мышечных волокон характеризуется незначительными поперечно-щелевидными нарушениями целостности и разрывами. Наряду с первичными пучками с рыхлым расположением волокон, встречаются уплотненные пучки мышечных волокон. Степень деформации самих мышечных волокон не ограничена. В результате упаковки мышечные волокна в первичном пучке не очень плотно, между ними всегда наблюдаются тонкие светлые промежутки с аморфным межклеточным веществом (рис. 11).

Мышечные волокна достаточно часто разобщаются за счет появления вокруг них узкого светлого не окрашиваемого гематоксилином и эозином пространства или же тесно сближены между собой.

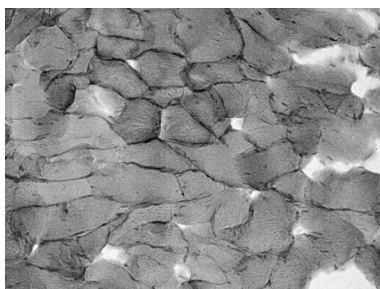


Рисунок 11 – Поперечный срез мяса свинины. Об.10х.

Между мышечными волокнами, преимущественно в областях перимизия, встречаются небольшие группы жировых клеток, имеющие различные размеры (рис. 12). Наблюдаются существенные изменения микроструктуры липоцитов в образце после электромагнитного воздействия.

Мышечные волокна характеризуются умеренной извитостью с проявлениями процессов созревания и автолиза, выражающихся в многочисленных поперечно-щелевидных нарушениях целостности и разрывах. При этом ядра хорошо окрашиваются и локализованы в типичных для мышечной ткани млекопитающих местах.

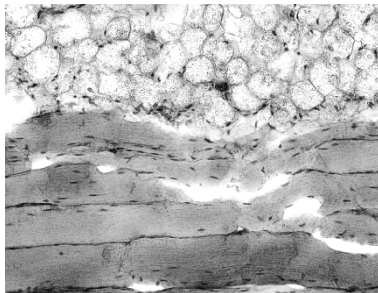


Рисунок 12 – Продольный срез. Мяса свинины. Об. 40х.

При анализе на уровне световой микроскопии мышечного сырья говядины высшего сорта установлено следующее. На продольных срезах в мышечных волокнах выявляется неотчетливая поперечная исчерченность, и в некоторых участках она сменяется продольной. На фоне преобладающей линейной формы мышечных волокон можно обнаружить и умеренно волнистые волокна. Сарколемма сохраняет свою непрерывность, разрывов и трещин мышечных волокон практически не обнаруживается. На поперечных срезах форма мышечных волокон полигональная с ограниченной округленностью или же округлая (рис. 13).



Рисунок 13 – Продольный срез мяса говядины высшего сорта. Об.20х.

Компоновка отдельных волокон в первичном пучке довольно рыхлая, с заметным светлым пространством в области эндомизия. Хорошо различима граница между отдельными мышечными волокнами. Коллагеновые и эластические волокна в соединительно-тканном каркасе мышцы в ходе технологического воздействия практически не претерпевают каких-либо микроструктурных изменений. Ядра клеток

соединительной ткани и мышечных волокон овальные с четко выделяющимся хроматином располагаются непосредственно под сарколеммой. Автолитические изменения в мышечной ткани выражены незначительно (рис. 14). Стенки кровеносных сосудов в мясе практически не подвергаются электромагнитным модификациям [4, с. 43].

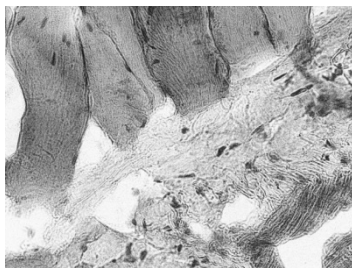


Рисунок 14 – Продольный срез. Мясо говядины. Об. 40х.

При обработке ЭМП с частотой 100 Гц приводит к более значительным изменениям мышечной структуры. По нашему предположению, данные изменения происходят за счет достижения резонанса внутренней частоты клетки и внешнего воздействия на нее. Нарушения целостности клеточной структуры могут привести к изменению рН ткани и изменению белкового состава ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова Л. В., Толпыгина И. Н., Калачев А. А. Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов / под общ. ред. проф. Л. В. Антиповой. СПб.: ГИОРД, 2011. 310 с.
2. Нестеренко А. А. Влияние электромагнитного поля на развитие стартовых культур в технологии производства сырокопченых колбас // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, Мичуринск, 2013. – № 2. С. 75–80.
3. Нестеренко А. А. Технология ферментированных колбас с использованием электромагнитного воздействия на мясное сырье и стартовые культуры // Научный журнал «Новые технологии», Майкоп: МГТУ, 2013 – № 1. С. 36–39.
4. Нестеренко А. А. Электромагнитная обработка мясного сырья в технологии производства сырокопченой колбасы // Научный журнал «Наука Кубани», Краснодар: Министерство образования и науки Краснодарского края, 2013, № 1. С. 41–44.

5. Патиева А. М. Обоснование использования мясного сырья свиней датской селекции для повышения пищевой и биологической ценности мясных изделий / А. М. Патиева, С. В. Патиева, В. А. Величко, А. А. Нестеренко / Труды Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар: КубГАУ, 2012. Т. 1. № 35. С. 392–405.

6. Хвьяля С. И. Перспективные направления в биологической и морфологической оценке сырья и мясной продукции // Все о мясе, Юбилейный номер, 2005, № 4. С. 35–36.

7. Timoshenko N. V. Significance of electromagnetic treatment in production technology of cold smoked sausage / N. V. Timoshenko, A. A. Nesterenko, A. I. Reshetnyak. European Online Journal of Natural and Social Sciences 2013. vo2, No. 2. С 248–252.

ACTION OF LOW-FREQUENCY PROCESSING ON MUSCULAR FABRIC OF ANIMALS

Keywords: histology, muscular fabric, electromagnetic influence, structure of fabric, fiber, kernel.

Annotation. In work results of researches of impact of low-frequency electromagnetic impact on muscular fabric of pork and beef are presented. Pictures, justification and comparison of the received result are given.

НЕСТЕРЕНКО АНТОН АЛЕКСЕЕВИЧ – аспирант кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет, Россия Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru).

NESTERENKO ANTON ALEKSEEVICH – the graduate student of chair of technology of storage and processing of livestock production, the Kuban state agrarian university, Russia Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru)

РЕШЕТНЯК АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции, Кубанский государственный аграрный университет, Россия Краснодар, (nesterenko-aa@mail.ru)

RESHETNYAK ALEXANDER IVANOVICH – Candidate of Technical Sciences, the associate professor of technology of storage and processing of livestock production, the Kuban state agrarian university, Russia Krasnodar, (nesterenko-aa@mail.ru)
