

Изменение структуры мяса при посоле в условиях вибромассирования

А.А. БЕЛОУСОВ, Г.Е. ЛИМОНОВ, В.И. РОЦУКИН

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, Москва, СССР

В.Э. СТУПИН

Туалсинский мясокомбинат, Туапсе, СССР

В последнее время в отечественной и зарубежной мясной промышленности при производстве ветчинных изделий преобладают методы технологической обработки, которые способствуют целенаправленному изменению структуры исходного мясного сырья и получению продукции высокого качества. Наиболее распространенной является обработка мяса в массажерах и тумблерах. Основа получения положительного эффекта при использовании этих методов заключается в частичном разрушении структуры мышечной и соединительной ткани. (1-3). С экономической точки зрения такая обработка повышает выхода готовой продукции вследствие сокращения потерь массы из-за образующихся в белковых структурах мышечной ткани новых связей, увеличивающих их влагоудерживающую способность (4). В настоящее время все более широкое применение в различных областях промышленности находит метод виброобработки. Он используется как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами воздействия.

Целью данного исследования было изучение процесса вибромассирования мышечной ткани при производстве ветчинных изделий. Материалом для исследования служили образцы мышечной ткани длиннейшей мышцы спины от свиней 9-10 месячного возраста мясной упитанности. Продолжительность выдержки после убоя составляла 2 суток (17,28·10<sup>4</sup>С) при температуре 0-2°С (275-277 К). Исходные образцы обрабатывали в экспериментальной установке четырьмя способами: массированием, вибромассированием, массированием под вакуумом, вибромассированием под вакуумом (5).

Параметры обработки:

время - 12·10<sup>2</sup> С

коэффициент загрузки - 0,8

частота вибромассирования - 16 - 17 гц

амплитуда колебаний - 2-3·10<sup>3</sup> м

абсолютное давление - 2-3·10<sup>4</sup> Па

В качестве готового продукта изготавливалась "ветчина к завтраку" в соответствии с действующей технологической инструкцией. Параллельно микроструктурным, проводились физико-химические, реологические и органолептические исследования сырья и готового продукта.

Кусочки мышечной ткани размером 1,5 X 1,5 X 2,5·10<sup>-2</sup> м вырезали из поверхностных и глубоких слоев обрабатываемого сырья, фиксировали в 20% растворе нейтрального формалина. Срезы толщиной 7-10 мк, приготовленные с целлоидиновых блоков, окрашивали гематоксилин-эозином и по Ван-Гизон.

Для изучения микрорельефа мышечной ткани проводили растровую электронную микроскопию в сканирующем микроскопе JEOL - 50SA. Для этого от проб, зафиксированных в формалине, на замораживающем микротоме изготавливали срезы толщиной до 1·10<sup>-3</sup> м.

После обезжелезивания в спиртах возрастающей крепости и высушивания, срезы напыляли в вакуум-установке углеродом и золотом. Ультроструктурные изменения в мышечной ткани изучали в электронном микроскопе Tesla BS 613.

Исследованиями установлено, что в охлажденной в течении 17,28·10<sup>4</sup>С мышечной ткани свинины мышечные волокна прямые или слегка извитые, лежат свободно, продольная и поперечная исчерченность хорошо выражена. В отдельных участках наблюдаются поперечно-щелевидные нарушения их целостности. Ядра мышечных волокон овальной или округлой формы с отчетливо выявляемой хроматиновой структурой. На поперечных срезах мышечные волокна полигональной формы, в отдельных участках наблюдаются места деструкции, характеризующиеся разрыхлением миофибрилярной субстанции, разрывом сарколеммы.

На сканограммах мышечные волокна имеют вид цилиндров, в которых выявляются отдельные миофибриллы с хорошо просматривающимися Z-пластинками, в виде поперечных гребней. На уровне I-диска вблизи Z-пластинок обнаруживаются параллельные ряды отверстий соответствующие T-системе. В ультратонких срезах отмечали картины частичного расслабления миофибрилл с некоторым восстановлением структуры саркомеров. В отдельных мышечных волокнах выявляется локальная деструкция миофибрилл в виде их распада по Z-пластинкам.

Микроструктурными исследованиями образцов мышечной ткани после массирования в условиях посола в поверхностных слоях установлены морфологические изменения, характеризующиеся наличием слоя мелкозернистой белковой массы, состоящей из разрушенных структур миофибрилярной субстанции, обломков клеточных включений. Мышечные волокна в этих участках расположены прямолинейно и свободно относительно друг друга. Отдельные их участки фрагментированы с наличием мелкозернистой белковой массы в местах деструкции. На поперечных срезах мышечные волокна полигональной формы с разрыхлением миофибрилярной субстанции, разрывом сарколеммы и частичным выходом мелкозернистой белковой массы в соединительнотканное пространства. В глубоких слоях картина деструкции выявлена в меньшей степени. Мышечные волокна свободно расположены относительно друг друга. В отдельных из них наблюдаются поперечно-щелевидные нарушения целостности, микротрещины, разрыхление миофибрилярной субстанции. На сканирующем микроскопе наблюдаются разрывы отдельных миофибрилл, структура Z-пластинок и I-дисков в основном сохранена. (Рис.1)



Электронномикроскопические исследования показали, что в процессе механической обработки происходит некоторое разрыхление миофибриллярных белков и частичный распад связей между актиновыми и миозиновыми протофибриллами. В отдельных участках выявляются локальные нарушения мембранных структур, фрагментации отдельных миофибрилл по Z-пластинкам и J-дискам. (Рис. 2) При вибромассировании сырья на его поверхности выявляется слой мелкозернистой белковой массы. В образцах взятых из поверхностных слоев мышечные волокна лежат приповерхностно, набухшие, плотно прилегают друг к другу, во многих из них наблюдаются поперечно-щелевидные нарушения целостности и фрагментации мышечных волокон с образованием мелкозернистой белковой массы, заключенной в большинстве случаев под сарколеммой. На поперечных срезах мышечные волокна полигональной или овальной формы, плотно прилегают друг к другу, во многих из них выявляется мелкозернистая белковая масса. В глубоких слоях мышечные волокна набухшие, с меньшим количеством микротрещин и поперечно-щелевидных нарушений их целостности по сравнению с поверхностными слоями. Выявляется фрагментация мышечных волокон с образованием мелкозернистой белковой массы в местах деструкции. Как показали исследования, деструктивные изменения и особенно степень набухания мышечных волокон при вибромассировании выше по сравнению с обычным массированием. Это подтверждается и при исследовании образцов в сканирующем и электронном микроскопах. Миофибриллы набухшие, плотно прилегают друг к другу, структура Z-пластинок и J-дисков плохо различима. (Рис. 3, 4) В местах деструкции миофибриллы разрыхлены, распавшиеся по Z-пластинкам, в отдельных участках их строение полностью дезорганизовано с образованием зернистой массы. Обработка сырья массированием и вибромассированием под вакуумом сохраняет динамику изменений, описанных выше, однако приводит в целом к некоторому повышению набухания структур мышечных волокон и незначительному увеличению деструктивных изменений. Анализируя результаты микроструктурных исследований становится очевидным, что сочетание обработки сырья массированием и вибрацией приводит к более значительным структурным изменениям в мышечной ткани, нежели применение одного массирования. В процессе посола сырья с применением вибромассирования в мышечной ткани наблюдаются более глубокие деструктивные изменения, характеризующиеся наличием большого количества микротрещин и поперечно-щелевидных нарушений мышечных волокон. Мышечные волокна набухшие, встречаются участки с фрагментацией мышечных волокон и образованием в этих участках мелкозернистой белковой массы, заключенной в большинстве случаев под сарколеммой. При обработке сырья массированием и вибромассированием в условиях вакуума сохраняется динамика деструктивных изменений, отмеченных в образцах после обычного массирования и вибромассирования, однако необходимо отметить, что дополнительное воздействие вакуума приводит к некоторому увеличению степени набухания мышечных волокон и увеличению количества деструктивных изменений. Применение виброобработки и в этом случае позволяет получить лучшие результаты по степени набухания структур мышечного волокна и развития в нем деструктивных изменений.



Рис. 1 Сканограмма участка мышечной ткани, подвергнутой массированию  
ув. X 2500  
Fig. 1 Scanogramme of massaged muscle tissue; magnification x2500



Рис. 2 Ультраструктура участка мышечного волокна, подвергнутого массированию. Деструкция миофибрилл в области Z-пластинок.  
ув. X 25000  
Fig. 2 Ultrastructure of muscle fibre part treated by massaging. Destruction of miofibrillae in Z-plates zone; magnification x 2500



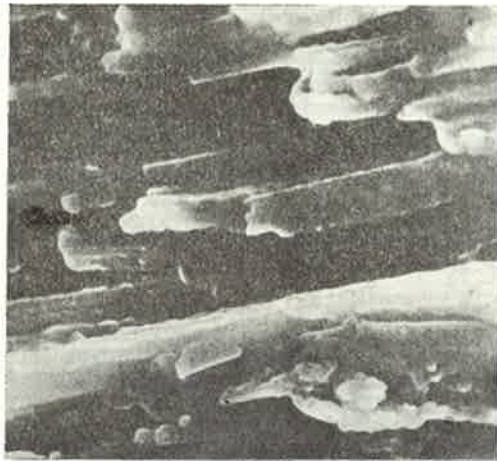


Рис.3 Сканограмма участка мышечной ткани, подвергнутой вибромассированию. ув. X 2500

Fig. 3 Scanogramme of muscle tissue part treated by vibromassaging; magnification x 2500

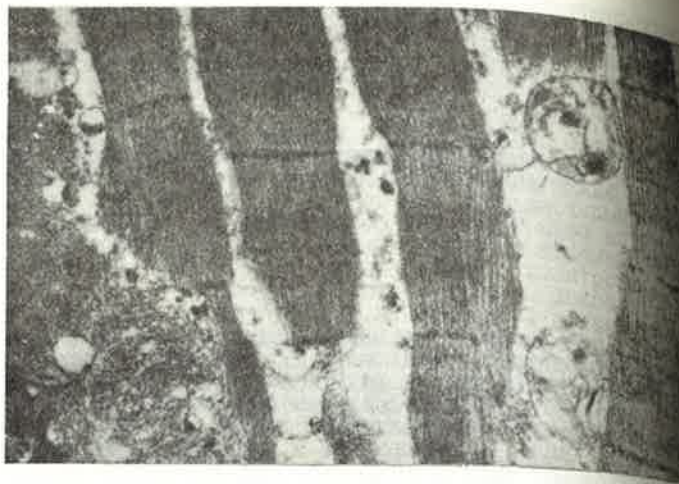


Рис.4 Ультраструктура участка мышечного волокна, подвергнутого вибромассированию. Разрыхление и набухание миофибриллярных структур. Образование зернистой белковой массы. ув. X 25000

Fig. 4 Ultrastructure of muscle fibre part treated by vibromassaging. Expansion and swelling of myofibrillae structures. Formation of granular protein mass; magnification x2500

Наличие деструктивных изменений характеризующееся разрыхлением миофибриллярного комплекса, разрывом протофибрилл и их дезориентацией приводит к увеличению количества свободных связей, которые способны удерживать дополнительное количество влаги. Только этим объясняется повышение влагоудерживающей способности, нежности мяса и выхода готовой продукции при вибромассировании и вибромассировании сырья под вакуумом. Так для массированного сырья и сырья обработанного вакууммассированием влагоудерживающая способность составила соответственно 39,7% и 40,1%, при вибромассировании и вибромассировании под вакуумом эти показатели выше - 41,6% и 41,9%; выход готовой продукции увеличивается в среднем на 2,1%, напряжение среза снижается на  $0,9 - 1,0 \cdot 10^{-5}$  Па. Проведенные исследования показывают перспективность использования метода виброобработки в технологических процессах мясной промышленности.

#### Литература.

1. А.А. Белоусов, В.И. Роцупкин, А.Г. Забашта, А.С. Большаков, В.Г. Боресков. Влияние механических воздействий на структурные показатели соленого полуфабриката и готовых изделий. XXIV Европейский конгресс работников НИИ мясной промышленности, М., 1978.
2. А.А. Белоусов, Е.Ф. Орешкин, В.И. Роцупкин, Е.Г. Бобрикова, А.С. Большаков, А.Г. Забашта. Оценка степени механической обработки мяса по микроструктурным показателям. Использование физических методов для обработки мяса и мясopодуlтов. Сборник трудов ВНИИМП, М., 1980.
3. А.С. Большаков, А.А. Белоусов, В.И. Роцупкин, А.Г. Забашта, Р.М. Ибрагимов. Гистологические и ультраструктурные изменения свиной мышечной ткани в условиях механических воздействий при посоле. Краснодар., "Пищевая технология". 1978.
4. В.Э. Ступин. Применение вибрации при производстве ветчлиных изделий. Мясная индустрия СССР. №2. 1981.