

Изменение микроструктуры мышечной ткани при посоле в условиях вакуум-механической обработки.

ВЫСОЦОВ А.А., РОЩУПКИН В.И., МИНАКОВА Т.В.

Большой научно-исследовательский институт мясной промышленности.

БОЛЬШАКОВ А.С., АНВАРОВ М.А., БОРЕСКОВ В.Г.

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности.

С целью ускорения процессов посола и получения продуктов с высокими органолептическими показателями все большее применение в мясной промышленности находят физические методы обработки мяса, и в частности, механические воздействия. Ранее нами были проведены исследования по изучению микроструктурных изменений говядьей и свиной мышечной ткани в процессе посола в условиях механических воздействий (1-3). Настоящая работа является продолжением цикла исследований, посвященных изучению влияния механических воздействий на структуру мышечной ткани в процессе посола, и касается изменения конины в условиях вакуум-массирования.

Следует отметить, что традиционные физико-химические методы оценки качества мяса после механической обработки трудоемки и не всегда позволяют быстро и в полной мере оценить степень ее воздействия на сырье с учетом требуемых свойств получаемого продукта. Одним из важных факторов, определяющих степень механической обработки мяса является характер изменения структуры исходного сырья.

Поэтому одним из аспектов данной работы было определение возможности контроля по микроструктурным показателям режимов вакуум-механической обработки и выбора их оптимальных параметров.

Работа конины проводилась в вакуум-массирующей установке барабанного типа с различной величиной разряжения в рабочей камере - $0,25 \cdot 10^5$ Па; $0,5 \cdot 10^5$ Па; $0,75 \cdot 10^5$ Па, при частоте вращения Π рад/сек, коэффициенте заполнения = 0,5. Плотность вводимого рассола $1,01$ кг/м³, температура 276 К. Объектом исследования служил мускул спины 4-х летних лошадей, выделенный из охлажденных в течение 48 часов до 276 -I К конских туш I категории годности для гистологических и электронномикроскопических исследований отбирали через 15, 30, 60 и 90 минут механической обработки.

Образцы конины глубоких и поверхностных слоев обработанных мышц размером $1 \times 1 \times 0,5$ см выдерживали в 20% нормальном растворе формалина и заключали в целлоидин. Срезы с целлоидиновых блоков толщиной 7-10 мкм окрашивали гематоксилин-эозином и по Ван-Гизон. Для электронномикроскопических исследований материал после фиксации в 1% растворе глutarаль-

дегида и дофиксацией осмием пропитывали эпона-аральдитом, полученные срезы контрастировали уранилацетатом и свинцом по Рейнольдсу. Гистологическими и электронномикроскопическими исследованиями установлено, что в образцах охлажденной в течение 48 часов конины мышечные волокна прямые или слегка извитые, лежат свободно, хорошо выражена продольная исчерченность, поперечная в отдельных участках отсутствует. Ядра мышечных волокон овальной или округлой формы с хорошо выраженной хроматиновой структурой. Миофибриллы расположены прямолинейно, сокращены.

Микроструктурными исследованиями образцов мышечной ткани конины после 15 минутной вакуум-механической обработки при разряжении $0,25 \cdot 10^5$ Па установлены морфологические изменения, характеризующиеся наличием пространств между пучками мышечных волокон, появлением небольших микротрещин и некоторым набуханием мышечных волокон с ослаблением их продольной исчерченности (рис.1) Степень морфологических изменений больше выражена в поверхностных слоях нежели глубокорасположенных. Между волокнами и пучками мышечных волокон на поверхности куска выявляется мелкозернистая белковая масса, образовавшаяся за счет разрушения мышечных волокон.

Электронномикроскопические исследования показали, что в процессе вакуум-механической обработки происходит некоторое разрыхление и набухание миофибрилярных белков за счет распада связей между актиновыми и миозиновыми протофибриллами. В отдельных участках выявляются локальные нарушения целостности сарколемы и других мембранных структур, фрагментация отдельных миофибрилл по Z -платинкам и J -дискам.

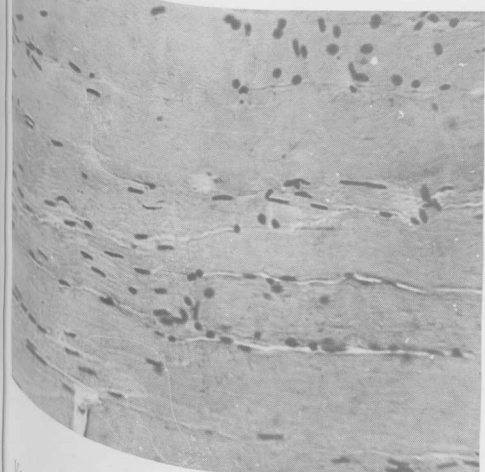
Повышение разряжения в рабочей камере до $0,5 \cdot 10^5$ Па; $0,75 \cdot 10^5$ Па приводит к образованию больших, по сравнению с образцами обработанных при

Рис.1 Fig.1.

Изменение микроструктуры мышечной ткани при посоле в условиях вакуум-механических воздействий.

Микроструктура мышечной ткани конины после 15-ти минутной вакуум-механической обработки при разряжении $0,25 \cdot 10^5$ Па.

Change muscle microstructure after 15-min vacuum-mechanical treatment at $0,25 \cdot 10^5$ Pa.



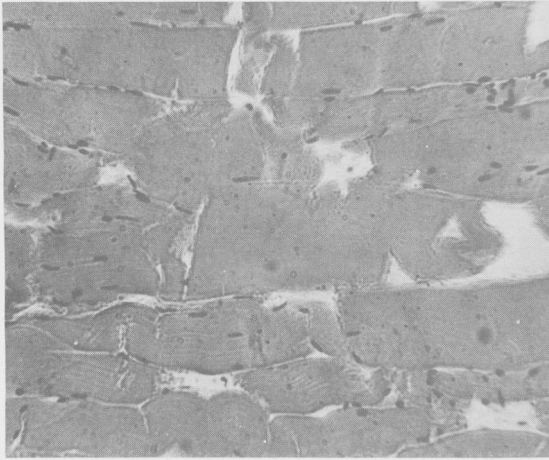


Рис.2 Fig. 2.

Микроструктура мышечной ткани конины после 30-ти минутной вакуум-механической обработки при разряжении

$0,25 \cdot 10^5$ Па.

Horse muscle microstructure after 30-min vacuum-mechanical treatment at $0,25 \cdot 10^5$ Pa.

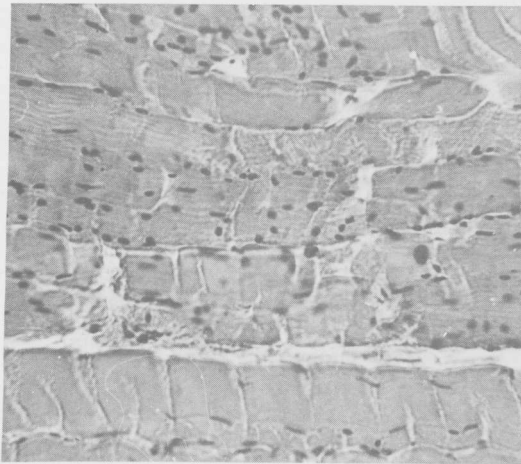


Рис.3 Fig.3.

Микроструктура мышечной ткани конины после 60-ти минутной вакуум-механической обработки при разряжении

$0,25 \cdot 10^5$ Па.

Horse muscle microstructure after 60-min vacuum-mechanical treatment at $0,25 \cdot 10^5$ Pa.



Рис.4 Fig.4.

Ультраструктура мышечного волокна конины после 60-ти минутной вакуум-механической обработки при разряжении $0,25 \cdot 10^5$ Па.

Horse muscle ultrastructure after 60-min vacuum-mechanical treatment at $0,25 \cdot 10^5$ Pa.

$0,25 \cdot 10^5$ Па в течении 15 минут, пространств между пучками мышечных волокон и некоторому увеличению количества микротрещин, располагающихся поперек мышечных волокон.

Через 30 минут вакуум-механической обработки при разряжении $0,25 \cdot 10^5$ Па в структуре мышечных волокон конины наблюдается рост деструктивных изменений, характеризующихся увеличением количества мелкозернистой белковой массы на поверхности кусочков, превращением микротрещин в поперечно-щелевидные нарушения структуры мышечных волокон, приводящие в отдельных случаях к их фрагментации в глубоких слоях (рис.2). Отмечается дальнейшее набухание миофибриллярных структур. На отдельных участках в поперечно-щелевидных нарушениях мышечных волокон выявляется небольшое количество мелкозернистой белковой массы. Поперечная исчерченность не выражена.

Характер описанных изменений в конине, подвергнутой вакуум-механической обработке в течении 30 минут остается неизменным и при других параметрах вакуума - $0,5 \cdot 10^5$ Па и $0,75 \cdot 10^5$ Па. Однако их выраженность несколько усиливается по мере увеличения разряжения в установке.

При увеличении экспозиции вакуум-механической обработки до 60 минут установлены морфологические изменения характеризующиеся увеличением мелкозернистой белковой массы за счет дальнейшего распада мышечных волокон поверхностных слоев кусочка. В глубоких слоях усиливается фрагментация мышечных волокон с появлением в отдельных их участках множественной деструкции миофибрилл и образованием мелкозернистой белковой массы, преимущественно внутри волокон (рис 3). Результаты электронномикроскопических исследований выявили в участках деструкций нарушения целостности мембранных структур мышечных волокон, разрыхление и набухание миофибриллярных белков,

фрагментацию миофибрил с образованием в большой степени крупных их обломков, заключенных под сарколеммой (рис.4) При этом отмечается уменьшение пространств между отдельными пучками мышечных волокон.

Описанные изменения в структуре образцов более выражены для образцов конины, обработанных при более высоком разряжении.

Дальнейшее увеличение продолжительности вакуум-механического воздействия до 90 минут приводит к значительным изменениям в структуре сырья - множественной фрагментации мышечных волокон и деструкции миофибрилл с распадом их протофибриллярной субстанции, и образованию большого количества мелкозернистой белковой массы, в ряде случаев вышедшей в межволоконные пространства из-за нарушения целостности сарколеммы (рис 5,6).

Следует отметить, что степень и глубина изменений структуры конины при всех экспозициях обработки была более выражена при разряжениях $0,5 \cdot 10^5$ Па и $0,75 \cdot 10^5$ Па, и незначительно различалась между этими режимами.

Физико-химические исследования образцов показали, что при вакуум-механической обработке в течении 15 минут влагоудерживающая способность полуфабриката на $1,7-2,1\%$ повышается, при увеличении экспозиции до 30 минут влагоудерживающая способность повышается на $5-7\%$, после 60 минутной обработки на $8-13\%$, 90 минут - $7,5-9\%$ по сравнению с влагоудерживающей способностью исходного сырья.

Анализируя полученные данные, очевидно, что показатели микроструктурных и физико-химических исследований взаимосвязаны между собой и определяются, в конечном итоге, степенью разрушения структуры конины под действием вакуум-массирования.

Так при вакуум-механической обработке в течении

15 минут, разряжении $0,25 \cdot 10^5$ Па не отмечается сколь-нибудь значительного изменения всего образца, изменения располагаются в основном в его поверхностных слоях. Отсюда незначительное повышение влагоудерживающей способности полуфабриката. Влияние вакуума в данном случае выражается образованием пространств между пучками мышечных волокон увеличивающихся по мере увеличения разряжения. Образующиеся промежутки способствуют более быстрому проникновению в глубину куска рассола.

Увеличение вакуум-механической обработки до 30 минут приводит к усилению деструктивных изменений и некоторому набуханию мышечных волокон, свидетельствующих о проникновении рассола внутрь волокна.

60 минутная обработка сырья приводит к более глубоким изменениям в его структуре, характеризующимся набуханием мышечных волокон, появлением мелкозернистой белковой массы, располагающейся преимущественно под сарколеммой, что увеличивает влагоудерживающую способность полуфабриката за счет образования большого количества свободных связей белка, способных связывать влагу. Необходимо отметить, что при данной экспозиции конины лишь в отдельных местах при разряжении $0,25 \cdot 10^5$ Па наблюдаются пространства между пучками мышечных волокон. При более высоких разряжениях, мышечные волокна набухшие, плотно прилегают друг к другу, что говорит о более полном проникновении и связывании рассола в структурах мяса.

При 90 минутной вакуум-механической обработке наблюдается множественная деструкция миофибрилл, нарушение мембранных структур и сарколеммы с выходом мелкозернистой белковой массы из мышечного волокна, что объясняет меньшую влагоудерживающую способность мяса этого срока обработки. Результаты проведенных исследований показывают, что наиболее оптимальным режимом вакуум-механи-

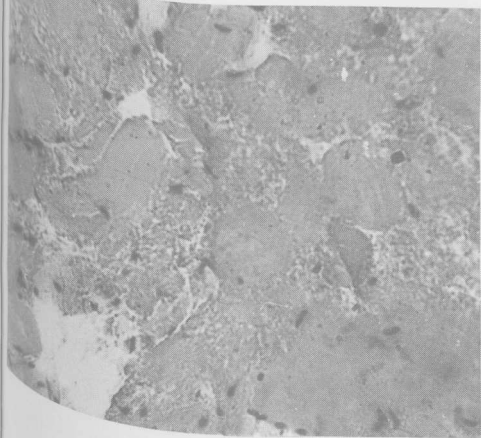


Рис.5 Fig. 5.

Микроструктура мышечной ткани конины после 90-минутной вакуум-механической обработки при разряжении $0,25 \cdot 10^5$ Па.
Horse muscle microstructure after 90-min vacuum-mechanical treatment at $0,25 \cdot 10^5$ Pa.

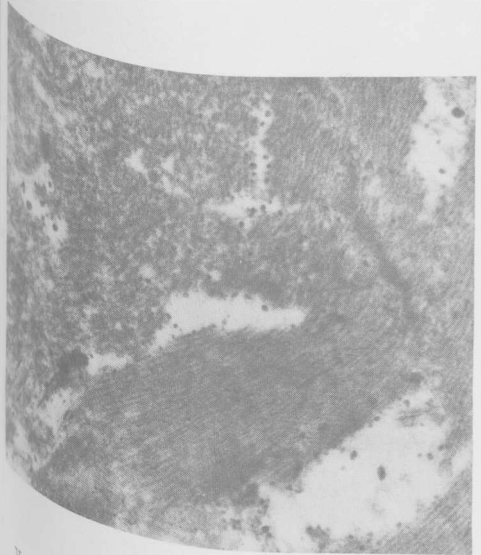


Рис.6 Fig.6.

Ультраструктура участка мышечного волокна после 90 минутной вакуум-механической обработки при разряжении $0,25 \cdot 10^5$ Па.
Ultrastructure of a part of muscle fiber after 90-min vacuum-mechanical treatment at $0,25 \cdot 10^5$ Pa.

ческой обработки конины на вышеуказанном оборудовании по времени является 60 минутный срок воздействия.

В зависимости от разряжения при 60 минутной вакуум-механической обработке влагоудерживающая способность соответствовала - $0,25 \cdot 10^3$ Па - 87,67%; $0,5 \cdot 10^3$ Па - 90,5%; $0,75 \cdot 10^3$ Па - 91,17%.

С учетом энергозатрат на достижение разряжения в рабочей камере и небольшим различием в показателях структуры и влагоудерживающей способности мяса при вакууме $0,5 \cdot 10^3$ Па и $0,75 \cdot 10^3$ Па для вакуум-механической обработки выбрано в качестве оптимального разряжение в $0,5 \cdot 10^3$ Па.

Таким образом, наличие тесной взаимосвязи между структурными и физико-химическими показателями обработанной конины позволяют по изменению микроструктуры мяса объективно определять оптимальные режимы его обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. "Гистологические и ультраструктурные изменения свиной мышечной ткани в условиях механических воздействий при посоле". Большаков А.С., Белоусов А.А., Забашта А.Г., Рошупкин В.И., Ибрагимов Р.М., Ж. Пищевая технология. Известия ВУЗов, г. Краснодар № 4, 1978г., стр. 66-70.
2. "Влияние механических воздействий на механизм распределения рассола в мясе при посоле". Большаков А.С., Белоусов А.А., Рошупкин В.И., Фролов А.П., Забашта А.Г., Киселев Ю.А. Труды XXIV Европейского конгресса работников НИИ мясной промышленности, ФРГ, 1978г.
3. "Микроструктура парной свиной мышечной ткани при посоле с применением механических воздействий". Белоусов А.А., Рошупкин В.И., Большаков А.С., Забашта А.Г. Труды XXV Европейского конгресса работников НИИ мясной промышленности. Будапешт, 1979г.