

Einwirkung von mechanischen Belastungen beim Fleischpökeln auf die Struktur der Pökelfabrikate und Fertigprodukte

A.A.BELOUSSOW, W.I.ROSCHTSCHUPKIN, A.S.BOLSCHAKOW, A.G.SABASCHTA, W.G.BORESKOW und R.M.IB-RAHIMOW

Allunions-Forschungsinstitut für Fleischindustrie, Moskau, UdSSR

Es wurde die Einwirkung von mechanischen Belastungen beim Fleischpökeln auf die Struktur der Pökelfabrikate und Fertigprodukte studiert.

Mikrostrukturelle Veränderungen in Fleisch beim Pökeln unter mechanischen Belastungen wurden mit physikal-chemischen sowie strukturell-mechanischen Veränderungen verglichen.

Durch histologische und elektronen-mikroskopische Untersuchungen wurden beträchtliche Strukturveränderungen im Muskelgewebe beim Fleischpökeln unter mechanischen Belastungen festgestellt. Es werden das Sarkolemm und Sarkosome verletzt usw., in einigen Fleischbereichen zerfallen stark Myofibrillen, es kommt bei Protofibrillen zur Fragmentierung und Lockerung mit der Bildung von zusätzlichen freien Bindungen.

Der Vergleich von Ergebnissen der mikrostrukturellen, strukturell-mechanischen und physikal-chemischen Untersuchungen ergab, dass die Verletzung von Membranstruktur der Muskelfasern und die Destruktion deren einzelnen Abschnitte beim Fleischpökeln unter mechanischen Belastungen die gleichmässigere und schnellere Pökelfstoffverteilung fördern.

Fertigprodukte aus Fleisch, das unter mechanischen Belastungen gepökelt wurde, sind als hochqualitative zu bezeichnen.

The influence of mechanical effects during meat curing upon the structure of ready-to-cook and finished products

A.A.BELOUSOV, V.I.ROSHTCHOUPIKIN, A.S.BOLSHAKOV, A.G.ZABASHTA, V.G.BORESKOV and R.M.IBRAGIMOV

The All-Union Meat Research Institute, Moscow, USSR

The influence of mechanical effects during meat curing upon the structure of ready-to-cook and cooked products was studied.

Meat microstructural changes during curing under mechanical effects were compared with physico-chemical and structuro-mechanical ones.

It was shown histologically and with an electron microscope that meat curing under mechanical effects altered greatly muscular tissue structure, viz., sarcolemma, sarcosomes, etc. were damaged, multiple myofibrillar destruction occurred in some areas, protofibrils were fragmented and loosened forming a great number of free extra bonds.

A comparison of microstructural, structuro-mechanical and physico-chemical data indicate that muscle membrane structures disintegration and their partial destruction during meat curing under mechanical effects contributed to more even and faster distribution of curing ingredients. Finished products prepared from the meat cured under mechanical effects are of a high quality.

K 3:2

Effet des ascendants mécaniques sur la structure des demi-produits et des produits finis au cours du salage

A.A.BELOUSSOV, V.I.ROCHOUKINE, A.G.ZABACHTA, A.S.BOLCHAKOV, V.G.BORES KOV et R.M.IBRAGIMOV

Institut de recherches scientifiques de l'Industrie de Viande de l'URSS, Moscou, URSS

Etude de l'effet des ascendants mécaniques sur la structure du demi-produit salé et des produits finis au cours du salage.

On a comparé les modifications de microstructure de la viande au cours du salage.

Les modifications de microstructure de la viande au cours du salage dans des conditions des ascendants mécaniques sont comparées aux modifications physico-chimiques et structuro-mécaniques.

Au cours des recherches histologiques et électronno-microscopiques on a constaté que pendant le salage de la viande dans des conditions des ascendants mécaniques il y a lieu des modifications importantes des tissus musculaires: la sarcolemma et les sarcosomes se cassent; certains secteurs sont caractérisés par une désintégration des microfibrilles; les protofibrilles sont fragmentées et ameublées à formation d'un grand nombre complémentaire des liens libres.

La comparaison des données des recherches structuro-mécaniques, physico-chimiques et de microstructure montre que la transgression d'intégrité des structures de membrane des tissus musculaires et la destruction de leurs secteurs séparés au cours du salage dans des conditions des ascendants mécaniques contribuent à la distribution plus régulière et rapide des substances de salage. Les produits finis de viande, salés aux ascendants mécaniques, possèdent des qualités plus hautes.

Влияние механических воздействий при посоле мяса на структуру соленых полуфабрикатов и готовых изделий

A.A.БЕЛОУСОВ, В.И.РОШУПКИН, А.С.БОЛЬШАКОВ, А.Г.ЗАБАШТА, В.Г.БОРЕСКОВ, Р.М.ИБРАГИМОВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, г.Москва, СССР

Изучали влияние механических воздействий при посоле мяса на структуру соленого полуфабриката и готовых изделий.

Сравнивали микроструктурные изменения мяса при посоле в условиях механических воздействий с физико-химическими и структурно-механическими.

Гистологическими и электронномикроскопическими исследованиями установлено, что при посоле мяса в условиях механических воздействий значительно изменяется структура мышечной ткани: повреждаются саркоlemma, саркосомы и т.д., в отдельных участках происходит множественный распад миофибрилл, протофибриллы фрагментируются и разрываются с образованием большого числа дополнительных свободных связей.

Сопоставление данных микроструктурных, структурно-механических и физико-химических исследований показывает, что нарушения целостности мембранных структур мышечных волокон и деструкция их отдельных участков при посоле мяса в условиях механических воздействий способствуют более равномерному и быстрому распределению посолочных веществ.

Готовые изделия из мяса, посоленного при механических воздействиях, обладают высокими качествами.

Влияние механических воздействий на структуру соленых полуфабрикатов и готовых изделий

А.А. БЕЛОУСОВ, В.И. РОЩУПКИН, А.Г. ЗАБАШТА, А.С. БОЛЫШАКОВ, В.Г. БОРЕСКОВ, Р.М. ИБРАГИМОВ

Всесоюзный научно-исследовательский институт мясной промышленности, г. Москва, СССР

Одним из наиболее трудоемких и длительных процессов при производстве ветчинных изделий является посол мяса. С целью интенсификации процессов посола мяса и улучшения нежности изготавливаемых из него изделий все большее применение в промышленности находят физические методы обработки мяса и, в частности, механические воздействия.

Как видно из литературных данных, под действием механической обработки мяса при посоле в различных устройствах происходит разрыхление структур мышечной ткани, усиление фрагментации мышечных волокон, а при более сильном воздействии - распад отдельных их участков с образованием внутри волокна мелкозернистой белковой массы [1-3].

В последнее время показано преимущество использования двукратной механической обработки мяса при посоле, позволяющей получить готовый продукт с лучшими качественными показателями и относительно высоким выходом в более короткие сроки [4].

Задачей данных исследований являлось детальное изучение влияния двукратного механического воздействия, предварительного - до шприцевания и последующего - после введения посолочных ингредиентов, на гистологические и ультраструктурные показатели соленого полуфабриката и готовых изделий с целью выяснения механизмов, лежащих в основе интенсификации процессов посола мяса и получения из него готовых изделий высокого качества.

Для исследований использовали четырехглавый мускул, полученный от свиней мясной упитанности в возрасте 9-10 месяцев. Продолжительность созревания мяса составила $25,92 \cdot 10^4$ с (3 сут.) при температуре 275-277 К.

Перед шприцеванием рассолом мясо предварительно подвергали механическому воздействию во вращающейся цилиндрической емкости в течение $2,4 \cdot 10^3$ с, затем шприцевали рассолом плотностью $1100,1 \text{ кг/м}^3$, содержащим 13% поваренной соли, 1,0% сахара и 0,05% нитрита натрия. Количество вводимого рассола при шприцевании составляло 15% к массе сырья.

После шприцевания мясо вторично подвергали механическому воздействию во вращающейся цилиндрической емкости с добавлением 5% рассола вышеуказанного состава к массе сырья. Коэффициент загрузки - 0,5, длительность обработки - $14,4 \cdot 10^3$ с. Затем одну часть соленого полуфабриката подвергали тепловой обработке, а другую перед этим выдерживали в течение $8,64 \cdot 10^4$ с (1 сутки) при температуре 275-277 К.

Для микроструктурных исследований пробы мышечной ткани от исследуемых образцов отбирали до обработки, после предварительных механических воздействий в течение $2,4 \cdot 10^3$ с, после повторных механических воздействий в течение $14,4 \cdot 10^3$ с, после выдержки посоленного мяса в течение $8,64 \cdot 10^4$ с и от готового продукта.

Гистологические и электронномикроскопические исследования проводили по общепринятым методам.

Результаты исследований

Гистологическими и электронномикроскопическими исследованиями установлено, что в образцах охлажденной в течение $25,92 \cdot 10^4$ с свинины мышечные волокна прямые или слегка извитые, лежат свободно, продольная и поперечная исчерченность хорошо выражена, в отдельных участках наблюдаются поперечно-щелевидные нарушения их целостности. В миофибриллах перпендикулярность расположения дисков к продольной оси волокна нарушается, расстояние между миофибриллами увеличивается. В некоторых участках I-диски плохо выражены, выявляются разрывы миофибрилл по Z-пластинкам. Обнаруживается деструкция саркоплазмы, отек саркосом (рис.1). Ядра овальные с хорошо выраженной хроматиновой структурой.

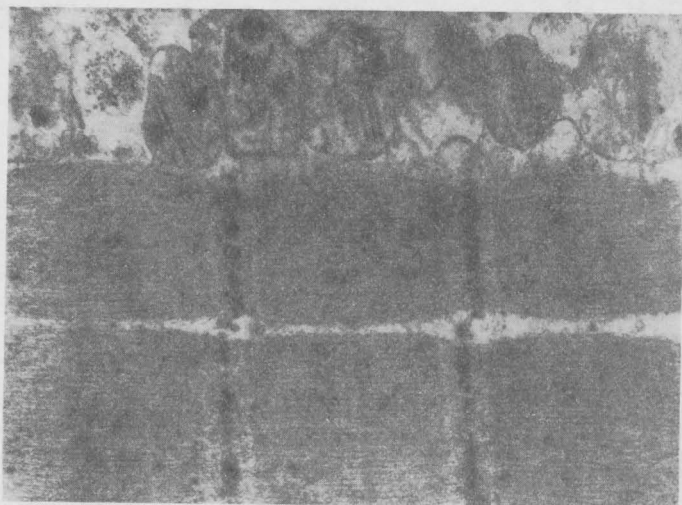


Рис. 1. Ультраструктура участка мышечного волокна до начала механической обработки

Fig. 1. Ultra-structure of a muscle fibre prior to mechanical treatment



Рис. 2. Ультраструктура участка мышечного волокна, подвергнутого предварительной механической обработке

Fig. 2. Ultra-structure of a muscle fibre segment pre-treated mechanically

Исследование микроструктуры мышечной ткани охлажденной свинины после предварительного механического воздействия в течение $2,4 \cdot 10^3$ с показало морфологические изменения, характеризующиеся увеличением количества поперечно-щелевидных нарушений и ослаблением продольной и поперечной исчерченности мышечных волокон. В отдельных мышечных волокнах наблюдаются участки множественной деструкции миофибрилл с образованием мелкозернистой белковой массы внутри волокон. Степень морфологических изменений больше выражена в поверхностных слоях, чем глубокорасположенных, где лишь отдельные участки мышечных волокон полностью разрушены. Между волокнами, пучками мышечных волокон и на поверхности выявляется белковая мелкозернистая масса. Электронно-микроскопические исследования показали, что в процессе предварительного механического воздействия происходит разрыхление и набухание миофибрилярных белков, сближение миофибрилл друг с другом и частичный распад связей между актином и миозином (рис.2).

В отдельных участках выявляются локальные нарушения целостности сарколеммы и других мембранных структур, фрагментация миофибрилл, реже их полный распад.

При повторном механическом воздействии на мясо в течение $14,4 \cdot 10^3$ с выявляются более глубокие изменения в структуре мышечной ткани, характеризующиеся набуханием мышечных волокон, полным исчезновением поперечной и продольной исчерченности по всей глубине образцов, увеличением количества поперечно-щелевидных нарушений мышечных волокон с их фрагментацией и участков с полной деструкцией миофибрилл. Миофибрилярные структуры подвергаются вначале деформации с нарушением связей между актином и миозином, а затем фрагментации (рис.3).



Рис. 3. Ультраструктура участка мышечного волокна после двукратной механической обработки

Fig. 3. Ultra-structure of a muscle fibre segment after two-fold mechanical treatment

ние $8,64 \cdot 10^4$ с составило 2,14, без выдержки после двукратной механической обработки — 2,12, тогда как в контрольных образцах, посоленных без механических воздействий, в течение 7 суток — 1,62.

Структура образцов готовой ветчины, изготовленных из посоленного мяса, подвергнутого двукратной механической обработке и выдержанного в течение $8,64 \cdot 10^4$ с, сохраняла выявленные закономерности ее изменений в процессе посола и отличалась высоким содержанием мелкозернистой белковой массы, располагающейся как внутри, так и между мышечными волокнами и их пучками. В сохранившихся участках мышечных волокон отмечено рыхлое расположение денатурированных протофибриллярных структур. Обращает на себя внимание также хорошая монолитность такой ветчины, обусловленная прочным связыванием отдельных кусков мяса плотноагрегированной белковой массой.

Анализ результатов гистологических и электронномикроскопических исследований показал, что сочетание предварительного механического воздействия, шприцевания мяса рассолом и последующего механического воздействия приводит к более значительным структурным изменениям мышечной ткани, чем механическое воздействие на мясо лишь после шприцевания его рассолом [3].

В процессе посола мяса с использованием предварительного и последующего механического воздействия на мышечную ткань во вращающейся цилиндрической емкости происходит нарушение целостности мембранных структур, разрыхление и набухание миофибриллярных белков, нарушение связей между актином и миозином и появление свободных связей в структуре белков, фрагментация миофибрилл с образованием в большей степени крупных обломков, заключенных под сарколеммой. Отдельные участки деструкции протофибрилл с их множественными разрывами приводят к увеличению количества свободных связей, которые способны удерживать дополнительное количество влаги. Только этим объясняется выявленное физико-химическими исследованиями повышение влагоудерживающей способности мяса при механическом воздействии. Не последнюю роль в этом

Наблюдается распад α -пластинок, разрывы мембран ядер, митохондрий, лизосом, локальные разрывы сарколеммы. В отдельных участках выявлено отхождение актиновых нитей от α -пластинок, полная деструкция миозиновых протофибрилл и множественная их фрагментация. В зонах с такой фрагментацией обнаруживаются разрушенные митохондрии, набухший саркоплазматический ретикулум, скопление мелкозернистой белковой массы.

Выдержка мяса в течение $8,64 \cdot 10^4$ с после механических воздействий в течение $14,4 \cdot 10^3$ с не вызвала значительных структурных изменений. В результате было отмечено лишь развитие молочнокислых микроорганизмов, располагающихся как между мышечными волокнами, так и в местах поперечно-щелевидных нарушений их целостности.

Результаты физико-химических исследований показали, что содержание влаги (кг влаги на кг сухого вещества) в опытных образцах с выдержкой в течение

К 3:6

играет тот факт, что в участках деструкций основная масса разрушенных мио- и протофибриллярных структур находится внутри мышечного волокна и ограничена сарколеммой.

Одновременно при механическом воздействии было обнаружено образование между волокнами, их пучками и на поверхности кусков мяса мелкозернистой белковой массы. Это связано с частичным выходом из мышечных волокон, в местах нарушения целостности сарколеммы, саркоплазматических и реже сильно разрушенных протофибриллярных белков. Образование мелкозернистой белковой массы при механическом воздействии благоприятно сказывается на процессах формирования ветчины из отдельных кусков мяса.

Следует также отметить, что нарушения целостности мембранных структур сарколеммы, лизосом, митохондрий, ядер, саркоплазматического ретикулума приводят к повышению проницаемости структур мышечной ткани для посолочных ингредиентов и к высвобождению внутриклеточных ферментов. Это очень важно для ускорения просаливания и созревания такого мяса при выдержке его в посоле.

Выдержка мяса в течение $8,64 \cdot 10^3$ с после применения предварительного механического воздействия и шприцевания рассолом в сочетании с последующим механическим воздействием приводит к интенсивному и равномерному развитию молочнокислой микрофлоры как в соединительнотканых прослойках, так и в местах нарушений целостности мышечных волокон, что несвойственно для мяса этого срока выдержки, не подвергавшегося механическому воздействию. Это можно объяснить более равномерным распределением молочнокислых микроорганизмов рассола при повторном (последующем) механическом воздействии и образованием в мясе продуктов деструкции, легко доступных для усвоения микроорганизмами. Интенсивное развитие молочнокислых микроорганизмов и накопление продуктов их жизнедеятельности способствует более быстрому формированию вкусоароматических свойств ветчинности, что особенно важно при сокращенных сроках посола.

Выводы

Посол мяса с использованием предварительного механического воздействия в сочетании со шприцеванием рассолом и последующим механическим воздействием обуславливает развитие более глубоких деструктивных изменений в мышечной ткани с нарушением мембранных структур, распадом актомиозинового комплекса, фрагментацией мио- и протофибрилл.

Деструктивные изменения в мышечной ткани при посоле мяса в условиях механических воздействий приводят к увеличению количества свободных связей в структурах белка, способных удерживать дополнительное количество влаги.

Частичный выход саркоплазматических и сильно разрушенных фибриллярных белков между мышечными волокнами и пучками способствует получению монолитного продукта, сформированного из отдельных кусков мяса.

Литература

1. Rachelik S., Vicenik L., G. Revja industrije mesa. 1974, VI, 3-6.
2. Скалинский Е.И., Белоусов А.А., Плотников В.И. Обзорная информация ЦНИИТЭИ мясомолпрома СССР. № 15, 10, 1976.
3. Скалинский Е.И., Белоусов А.А. Микроструктура мяса. "Пищевая промышленность", 1978.
4. Большаков А.С., Фролов А.П., Забашта А.Г., Боресков В.Г., Сарычева Л.А., Роцупкин В.И., Киселев Ю.А. Влияние инъекции многокомпонентных рассолов в мышечную ткань и механических воздействий на свойства формованной ветчины. XXIII Европейский конгресс научных работников мясной промышленности. М., 1977.