

Einfluss von mechanischen Belastungen auf den Mechanismus der Lakeverteilung in Fleisch beim Pökeln

A.S.BOLSCHAKOW, A.P.FROLOW, A.G.SABASCHTA, W.G.BORESLOW, W.I.ROSCHTSCHUPKIN, Ju.A.KISSELJEW und A.A.BELOUSOW

Moskauer technologisches Institut für Fleisch- und Milchindustrie, Moskau, UdSSR

Es wurde der Einfluss von Druckregimen des Injizieren und von mechanischen Vor- und Nachbelastungen auf die Lakeverteilung im Muskelgewebe untersucht.

Es wurde festgestellt, dass beim Nadelinjizieren in das Muskelgewebe unter Druck die Lakeverteilung nach dem Gesetz nichtstationärer Filtration erfolgt.

Beim Vergleich zwischen Filtrationsgleichungen und experimentellen Angaben für das Druckinjizieren und für die mechanischen Belastungen wurden Koeffiziente der Piezoleitung und des Durchlässigkeitsgrades des Muskelgewebes für die Lake ermittelt. Es wurden auch die gesetzmässigen Veränderungen dieser Koeffiziente in Abhängigkeit von mechanischen Belastungen festgestellt.

Es wurde nachgewiesen, dass das Fleischpökeln unter mechanischen Belastungen die Filtrations- und Diffusionsnatur haben. Letztere wurde durch mikrostrukturelle Untersuchungen bestätigt. Diese Untersuchungen ergaben, dass die mechanischen Belastungen zur starken Zunahme des Durchlässigkeitsgrades des Muskelgewebes und zur Bildung von einer grossen Menge von zusätzlichen Bindungen in Eiweissen führen.

The influence of mechanical effects upon the mechanism of brine distribution in meat during curing

A.S.BOLSHAKOV, A.P.FROLOV, A.G.ZABASHTA, V.G.BORESLOV, V.I.ROSHTCHOUKIN, Yu.A.KISELYOV and A.A.BELOUSOV

The Moscow Technological Institute of Meat & Dairy Industries, Moscow, USSR

The influence of injecting pressure, mechanical pre- and post-effects upon brine distribution in the muscle was studied.

It was found that, in case of needle injection under pressure, brine distribution followed the law of non-stationary filtration.

The comparison of filtration equations with the experimental data on the pressure injection processes and mechanical effects resulted in the values of piezoconductivity and brine permeability coefficients of the muscular tissue; the regularity of these coefficients fluctuation was found as related to the mechanical effects.

It was determined that meat curing process under mechanical effects is of a filtration-diffusion nature. The latter is confirmed with microstructural data which indicated that the mechanical effects caused a sharp increase in muscle structures permeability and the formation of a large number of extra bonds in the proteins.

K 5:2

Effet des ascendants mécaniques sur le mécanisme de la distribution du saumure en viande au cours du salage

A.S.BOLCHAKOV, A.P.FROLOV, V.G.BORES KOV, J.A.KISSELEV, A.G.ZABACHTA, V.I.ROCHOU PKINE et A.A.BELOUSSOV

Institut technologique de l'Industrie de la Viande et du Lait, Moscou, URSS

On a étudié l'effet de l'injection sous pression des ascendants mécaniques préliminaires et postérieurs sur la distribution du saumure en tissu musculaire.

Il a été constaté qu'à l'injection par piqûre du tissu musculaire dans des conditions de l'injection sous pression, la distribution du saumure se passe selon la loi de filtrage non-stationnaire.

Le résultat de la comparaison des équations du filtrage et des données expérimentales pour les processus de l'injection sous pression avec des ascendants mécaniques consiste en ce qu'on a déterminé les valeurs des coefficients de piézo-conductibilité et de perméabilité du tissu musculaire pour le saumure et les régularités des modifications de ces coefficients en fonction des ascendants mécaniques.

Il a été constaté que le processus du salage de la viande dans les conditions des ascendants mécaniques a la nature filtro-diffusive. Ce fait est affirmé par les données des recherches en microstructure qui ont montré que les ascendants mécaniques provoquent le croisement en aiguille de la perméabilité des structures du tissu musculaire et la formation d'une grande quantité de liens complémentaires en protéines.

Влияние механических воздействий на механизм распределения рассола в мясе при посоле

A.C.БОЛЬШАКОВ, А.П.ФРОЛОВ, А.Г.ЗАБАШТА, В.Г.БОРЕС КОВ, В.И.РОШУПКИН, Ю.А.КИСЕЛЕВ, А.А. БЕЛОУСОВ

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, г.Москва, СССР

Изучали влияние напорного режима инъектирования, предварительных и последующих механических воздействий на распределение рассола в мышечной ткани.

Установлено, что при игольном инъектировании мышечной ткани в условиях напорного режима распределение рассола происходит по закону нестационарной фильтрации.

В результате сопоставления уравнений фильтрации и экспериментальных данных для процессов напорного режима инъектирования и механических воздействий определены значения коэффициентов пьезопроводности и проницаемости мышечной ткани для рассола и установлены закономерности изменения этих коэффициентов в зависимости от механических воздействий.

Установлено, что процесс посола мяса в условиях механических воздействий имеет фильтрационно-диффузионную природу. Последнее подтверждается данными микроструктурных исследований, которые показали, что механические воздействия приводят к резкому увеличению проницаемости структур мышечной ткани и образованию в белках большого количества дополнительных связей.

Влияние механических воздействий на механизм распределения рассола в мясе при посоле

А.С. БОЛЬШАКОВ, А.П. ФРОЛОВ, А.Г. ЗАБАШТА, В.Г. БОРЕСКОВ, В.И. РОЩУПКИН, Ю.А. КИСЕЛЕВ,
А.А. БЕЛОУСОВ

Московский технологический институт мясной и молочной промышленности, г.Москва, СССР

Данная работа является продолжением цикла исследований, посвященных выявлению закономерностей и определению механизма распределения рассола внутри мышечной ткани свинины в процессе ее механической обработки, результаты которых были доложены на ХУШ и ХХШ Европейских конгрессах научных работников мясной промышленности [1,2].

Если до настоящего времени процесс посола рассматривался как диффузионно-осмотический, то теперь, в связи с использованием интенсивных механических воздействий, выявлено, что в этих условиях проникновение посолочных веществ происходит как за счет диффузии, так и за счет фильтрации. При этом на первой стадии механической обработки определяющей является именно фильтрация. Механическое воздействие на такую структуру как мышечная ткань приводит не к глобальным разрушениям ее структуры, а к локальным изменениям прочности связи между элементами. При этом, как показано гисто- и микроструктурными анализами, в процессе механической обработки возникают дополнительные поры и разволокнения (с микроразрывами), приводящие к существенному увеличению доли прочносвязанной влаги и улучшению качественных показателей готового продукта.

В работе представлены экспериментальные исследования по определению влияния предварительных механических воздействий во вращающейся цилиндрической емкости (массирования) на изменение структурно-механических свойств мяса. Также изучался механизм перераспределения рассола в мясе в условиях последующих механических воздействий.

Для исследований использовали четырехглавый мускул, полученный от свиней 9-10 месячного возраста мясной упитанности. Продолжительность выдержки мяса после убоя составляла $25,92 \cdot 10^4$ с при температуре 275-277 К. С четырехглавого мускула удаляли видимый жир и соединительную ткань.

Инъекцию рассола в мясо осуществляли с помощью дозирующего устройства под давлением $2 \cdot 10^5$ Па.

При изучении влияния длительности предварительных механических воздействий (перед инъекцией рассола) образцы мяса массой около 1,0 кг подвергали механическим воздействиям в течение $0 \div 7,2 \cdot 10^3$ с. Затем их исследовали на проницаемость для рассола в условиях напорного режима инъектирования и механических воздействий.

Структура мышечной ткани отличается сильно развитой системой пор и капилляров сравнительно небольшого размера (порядка 10^{-7} м). Одной из важных характеристик мышечной ткани при ее шприцевании рассолом и механических воздействиях является пористость, характеризующаяся отношением объема пор и капилляров образца к ее общему объему. Определение пористости мышечной ткани определяли методом "пропитки". С этой целью при напорном режиме инъектирования определяли разность между количеством рассола, подаваемого в образец мышечной ткани (V_1) в течение 50 с, и количеством рассола, протекающего через нижнюю грань образца (V_2) за данный промежуток времени.

Пористость мышечной ткани (m) рассчитывали по формуле:

$$m = \frac{V_1 - V_2}{V}$$

где m - пористость мышечной ткани;

V_1 - объем рассола, инъектированного в образец мышечной ткани, m^3 ;

V_2 - объем рассола, вытекающего из образца, m^3 ;

V - объем образца, в котором сосредоточен инъектируемый в него рассол, m^3 .

К 5:4

Методом рентгенографического анализа установлено, что с увеличением длительности предварительных механических воздействий на мясо расширяется площадь осевого сечения зоны начального накопления рассола, что объясняется повышением пористости мышечной ткани.

Это подтверждается результатами электронно-микроскопических исследований, которые показывают, что предварительная механическая обработка мяса приводит к нарушению целостности сарколеммы, деструкции саркоплазмы, митохондрий и саркоплазматического ретикулума, разрыхлению и локальным распадам миофибриллярной субстанции.

При инъектировании рассола в мышечную ткань при помощи иглы с центральным отверстием начальная зона накопления имеет форму, приближающуюся к вытянутому эллипсоиду вращения. В результате экспериментальных исследований установлено, что механическая обработка мышечной ткани во вращающейся цилиндрической емкости перед инъекцией ее рассолом приводит к увеличению размеров вышеуказанных зон. Увеличение размеров зон накопления рассола в мышечной ткани приводит к сокращению пути его перераспределения.

В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение, которое позволяет определить размеры зон начального накопления рассола в мясе в зависимости от длительности предварительных механических воздействий:

$$S = (a \cdot \tau_1^2 + b \tau_1 + 1) \cdot S_0$$

где S - площадь осевого сечения начальной зоны накопления рассола в мышечной ткани, подвергавшейся перед инъекцией рассола механическим воздействиям, м^2 ;

a, b - постоянные коэффициенты, зависящие от параметров механических воздействий, характера холодильной обработки образца;

S_0 - площадь осевого сечения начальной зоны накопления рассола в мышечной ткани, подвергавшейся перед инъекцией рассола механическим воздействиям, м^2 ;

τ_1 - длительность предварительных механических воздействий, с.

Для данных условий эксперимента срок хранения после убоя $25,92 \cdot 10^4$ с; $K_3 = 0,5$;
 $n = 5,024$ рад/с; $a = 5,6 \cdot 10^{-9}$, с^{-2} ; $b = 5,5 \cdot 10^{-5}$, с^{-1} .

Поскольку в условиях данных экспериментов появление капель рассола на боковых гранях образцов не наблюдалось, то рассматривали одномерное уравнение фильтрации:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \mathcal{K} \frac{\partial^2 p}{\partial x^2},$$

где p - давление рассола в мышечной ткани, Па;

t - время, с;

\mathcal{K} - коэффициент пьезопроводности, $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$;

x - координата, измеряемая от середины образца, м.

Решая это уравнение при соответствующих граничных и начальных условиях, определили закон распространения фронта рассола:

$$x(t) = \sqrt{12 \mathcal{K} t}$$

и коэффициент пьезопроводности \mathcal{K} для данных условий постановки задачи:

$$\mathcal{K} = \frac{h^2}{12 t_n}$$

где h - путь проникновения рассола;

t_n - время начала истечения рассола.

Коэффициент пьезопроводности мышечной ткани для рассола при напорном режиме инъектирования в зависимости от длительности предварительных механических воздействий может быть определен из следующего соотношения:

$$\mathcal{K}_n = A \tau_1 + \mathcal{K}_0$$

где \mathcal{K}_n - коэффициент пьезопроводности мышечной ткани для рассола в условиях напорного режима инъектирования для длительности предварительных механических воздействий τ_1 , $\text{м}^2/\text{с}$;

- A - постоянная величина, зависящая от параметров механических воздействий;
 τ_1 - длительность предварительных механических воздействий, с;
 \mathcal{L}_0 - коэффициент пьезопроводности мышечной ткани для рассола в условиях напорного режима инъектирования для длительности предварительных механических воздействий $\tau_1 = 0$, м²/с.

Для данных условий эксперимента $n = 5,024$ рад/с; $K_3 = 0,5$; $P = 2 \cdot 10^5$ Па;
 $A = 1,31 \cdot 10^{-9}$ м²с⁻²; $\mathcal{L}_0 = 0,108 \cdot 10^{-4}$ м²с⁻¹.

По данным рентгенографических исследований определяли показатель β , который представляет собой отношение площади осевого сечения зоны локализации раствора йодистого калия (рассола) S_n в образцах мышечной ткани после применения механических воздействий в течение τ_2 к площади S осевого сечения зоны начального накопления.

В результате применения последующих механических воздействий (после инъектирования рассолом) происходят дальнейшие структурные изменения мышечной ткани, что подтверждается более интенсивным увеличением объема зоны, содержащей рассол.

Формула для расчета коэффициента пьезопроводности мышечной ткани в условиях последующей механической обработки с учетом длительности предварительных механических воздействий, полученная методом, изложенным выше, имеет вид:

$$\mathcal{L}_\phi = \frac{(\xi^2 - 1)(a\tau_1^2 + b\tau_1 + 1) \cdot S_0}{10\beta\tau_2} \text{ м}^2\text{с}^{-1}$$

- где a, b - постоянные коэффициенты, полученные экспериментальным путем;
 S_0 - площадь осевого сечения зоны начального накопления рассола в мышечной ткани, не подвергавшейся предварительным механическим воздействиям, м².

Литература

1. Большаков А.С., Боресков В.Г., Мизерецкий Н.Н. "О роли активаторов проницаемости в процессе образования объемных центров диффузии в свином мясе". ХУШ Европейский конгресс работников НИИ мясной промышленности. Монреаль. 1972 г.
2. Большаков А.С., Фролов А.П., Забашта А.Г., Боресков В.Г., Сарычева Л.А., Рошупкин 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. Москва. 1977 г.
3. Большаков А.С., Мизерецкий Н.Н., Боресков В.Г. "Геометрические характеристики объемного центра диффузии". Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1971, № 2, 138-140.

