

РОЛЬ АКТИВАТОРОВ ПРОНИЦАЕМОСТИ В ПРОЦЕССЕ ШПРИЦЕВАНИЯ МЯСА
РАССОЛОМON THE ROLE OF PERMEATION ACTIVATORS DURING BRINE PUMPING OF
MEAT

Одна из основных целей посола заключается в равномерном распределении посолочных ингредиентов по всему объему сырья. Этот процесс весьма длителен, и для его ускорения применяют шприцевание сырья рассолом. Эта технологическая операция не имеет научного обоснования, что препятствует ее механизации. В связи с этим мы поставили перед собой задачу установить характер распределения посолочных веществ в мышечной ткани в зависимости от давления шприцовочного рассола и состояния тканей перед шприцеванием.

Исследовали образцы, выделенные из двуглавой мышцы окорока, одинаковые по форме и направлению мышечных волокон. Шприцевание осуществляли (из расчета 10% к массе образца) на специальной установке, позволяющей вводить рассол под строго фиксируемым давлением. Инъекцию рассола, содержащего 16% поваренной соли, 0,5% сахара, 0,05% нитрита натрия и 0,1% краски бром крезол зеленый, производили полрой иглой, вводимой в среднюю зону образца. Давление рассола варьировали в пределах от 2 до 20 кг/см² ($1,96 \cdot 10^5 + 1,96 \cdot 10^6$ Н/м²). Направление инъекции совпадало с направлением мышечных волокон. После инъекции образец разрезали на слои толщиной 7 мм и выделяли слой с максимальной площадью образовавшегося окрашенного пятна, затем при помощи планиметра ее измеряли. Данные измерений использовали для построения графика зависимости между давлением шприцовочного рассола и величиной максимальной площади окрашенного пятна (рис. 1, кривая 1).

Объем мышечной ткани, в котором сосредотачивались инъецируемые вещества, непосредственно после шприцевания образца, принят как начальная зона распределения (НЗР) рассола. Анализ результатов исследования показал, что с повышением давления увеличивается длина и площадь сечения НЗР. При этом увеличение длины опережает возрастание поперечного размера. На рис. 2 показана зависимость между давлением шприцовочного рассола и длиной образующейся НЗР.

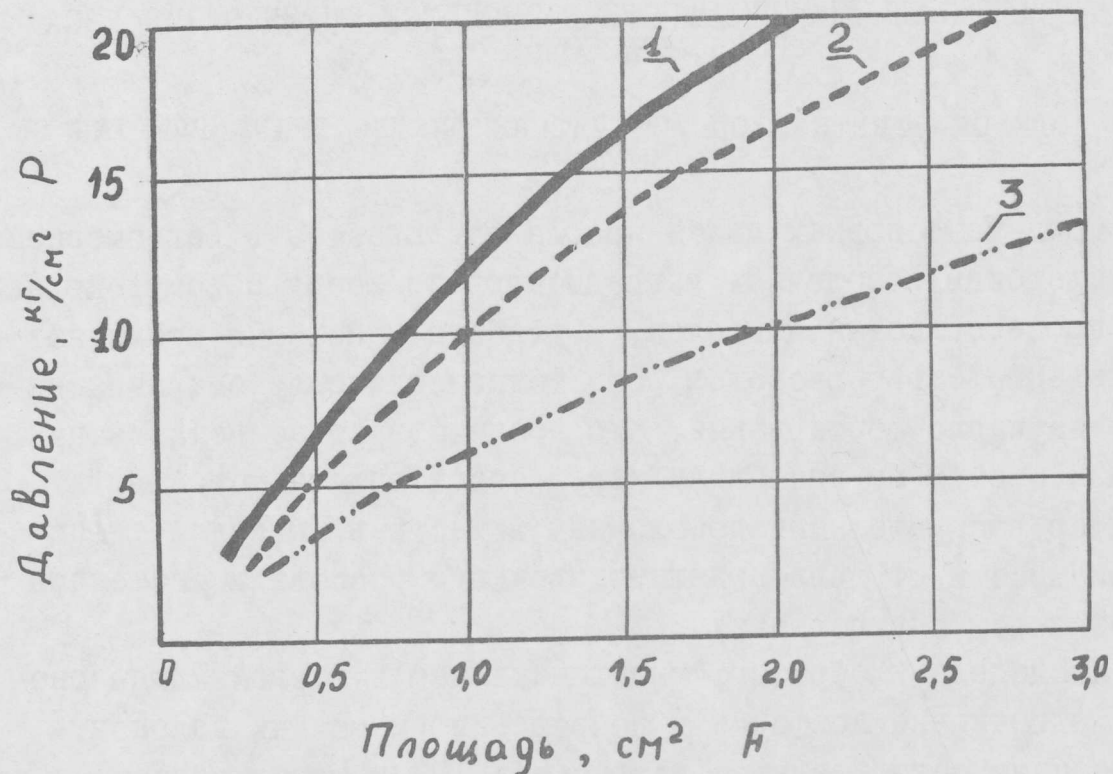


Рис. 1. Зависимость максимальной площади (F_{\max}) поперечного сечения начальных зон распределения шприцовочного рассола от его давления (P кг/см²):
 кривые для образцов: 1 - охлажденного мяса с 3-суточным сроком созревания; 2 - охлажденного мяса с 7-суточным сроком созревания; 3 - размороженного мяса

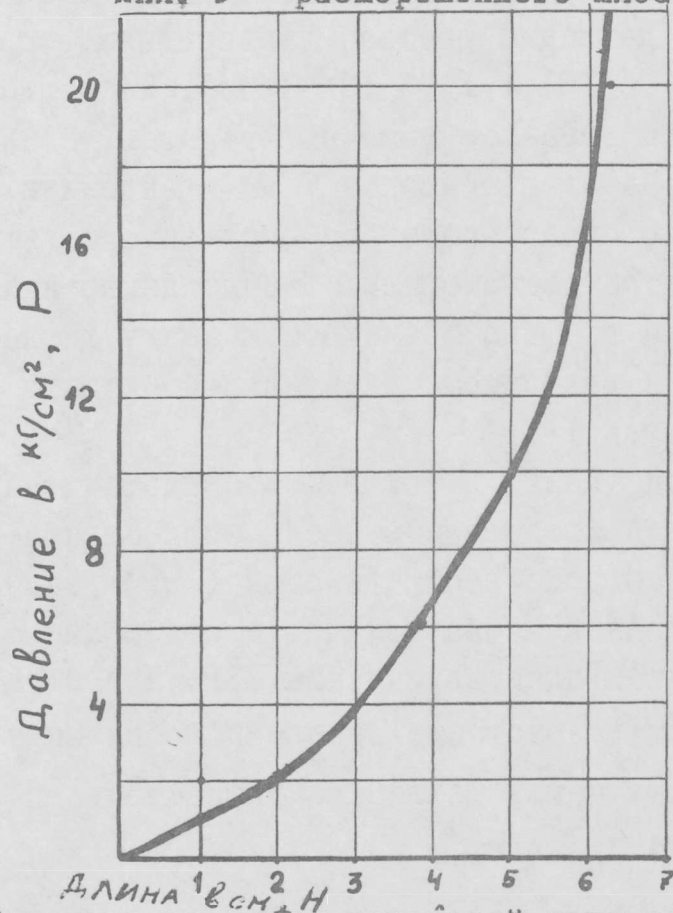


Рис. 2. Зависимость длины начальной зоны распределения (НЗР) от давления шприцовочного рассола

Чтобы выяснить влияние состояния мышечной ткани на характер распределения в ней рассола после инъекции проводили опыты на образцах, выделенных из охлажденного (с 3- и 7-суточным сроком созревания при 4°C) и дефростированного сырья. Полученные данные свидетельствуют о том, что эффект шприцевания в значительной степени зависит от состояния сырья перед шприцеванием. Как видно из рис. I (кривая 3), инъекция рассола в размороженную мышечную ткань, по сравнению с инъекцией в охлажденную, вызывает образование больших НЗР вследствие увеличения пространства между мышечными волокнами и ослабления (и даже разрыва) структурных связей между ними, происходящих в результате кристаллообразования при замораживании. Один и тот же результат шприцевания может быть достигнут для размороженного сырья при существенно меньшем давлении инъекции, чем для охлажденного.

Как показывают данные опыта (рис. I, кривая 2), с ростом выдержки тканей после убоя, при идентичных параметрах шприцевания происходит увеличение объема НЗР. Полученные данные подтверждают положение о том, что процесс автолиза мышечной ткани сопровождается изменением ее микро- и макроструктуры и приводит к ее деструкции и увеличению проницаемости. Как и в случае использования размороженного сырья, идентичный эффект шприцевания на различных стадиях автолиза может быть достигнут за счет изменения давления.

В результате математической обработки экспериментальных данных нами получено уравнение:

$$F = K \cdot \ln \left(\frac{n}{n-p} \right) \quad (I)$$

- где F — максимальная площадь поперечного сечения НЗР, см²;
 K — коэффициент пропорциональности, $K = 2,17$ см²;
 n — коэффициент, зависящий от структурного состояния мышечной ткани, для охлажденного сырья с 3-суточным сроком созревания $n = 33$ кг/см², для сырья с 7-суточным сроком — $n = 28$ кг/см², для размороженного сырья — $n = 17,5$ кг/см²;
 p — давление шприцевочного рассола, кг/см².

Формула (1) справедлива в интервале давлений для охлажденного сырья - $2 \leq P \leq 20$ кг/см², для размороженного сырья - $2 \leq P \leq 15$ кг/см².

В результате обработки экспериментальных данных по зависимости длины НЗР от давления шприцовочного рассола получено уравнение:

$$H = 7 \cdot (1 - e^{0,1P}) \quad (2)$$

где H - длина НЗР, см;
 P - давление шприцовочного рассола, кг/см².

Так как геометрически НЗР представляет собой вытянутый эллипсоид вращения, и исходя из формул (1) и (2), объем НЗР можно определить по формуле:

$$V = 2/3 \cdot K \cdot H \cdot \ln\left(\frac{12}{11-\mu}\right) \quad (3)$$

где V - объем НЗР, см³;
 H - длина НЗР, см, по формуле (2).

Результаты расчетов по формулам (1), (2), (3) совпадают с экспериментальными данными.

Для изучения влияния на эффект шприцевания направленного изменения структуры ткани, в шприцовочный рассол добавляли фермент гиалуронидазу в количестве 0,1% к весу рассола. При постоянных параметрах шприцевания (давлении и количестве инъецируемого рассола), при добавлении фермента, происходит образование больших НЗР, чем в случае шприцевания рассолом обычного состава (рис. 3). Площадь поперечного сечения НЗР в центральном слое образца, обработанного ферментом, становится, примерно в 2, 3 раза больше, чем в контрольном. Увеличивается и его длина. Таким образом, указанные изменения проницаемости тканей могут быть связаны с изменением агрегатного состояния межклеточного аморфного вещества под действием фермента гиалуронидазы, расщепляющего гиалуроновую кислоту, которая является структурным элементом соединительной ткани. При ее расщеплении под действием гиалуронидазы образуются своего рода поры, через которые проходит рассол. Этим объясняется

быстрое проникновение посолочных веществ в мышечную ткань при шприцевании рассолов с добавлением гиалуронидазы.

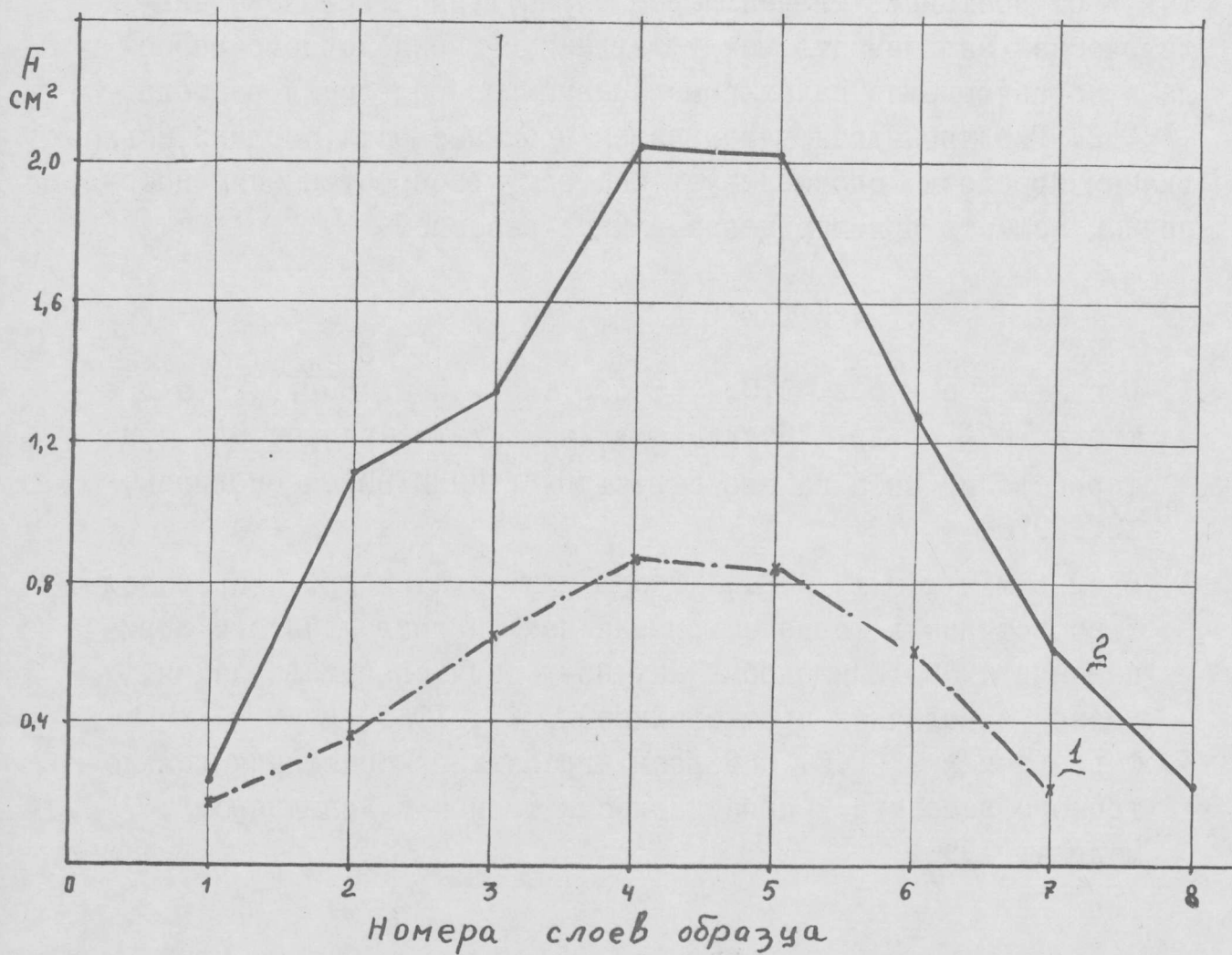


Рис. 3. Изменение площадей начальных зон распределения (ИЗР) рассола по слоям образца:
 кривые: 1 - обычный (контрольный); 2 - с добавкой фермента гиалуронидазы

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что эффект шприцевания зависит как от гидромеханического воздействия рассола на мышечную ткань, так и от состояния тканей перед шприцеванием. Найдена аналитическая зависимость между давлением шприцовочного рассола и образующимися начальными зонами распределения рассола.

2. Гиалуронидаза, увеличивая проницаемость, соединительно-тканых прослоек, способствует быстрому распространению посолочных веществ при шприцевании мяса рассолом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков А.С., Боресков В.Г., Налетов Н.А. и др. "Изучение влияния давления рассола при шприцевании мяса на его структуру", ЦНИИТЭИ мясомолпром, 10, 1970.
2. Большаков А.С., Фомин А.К. и др. "Производство ветчины в форме с применением многоигльчатого шприцевания", ЦИНТИПищепром. Научно-техническая информация, мясная и молочная промышленность, 13, 1965.
3. Фрадкин Г.Е. "О роли агрегатного состояния межклеточного вещества в проницаемости тканей и капилляров", Медгиз, 1956.

LIST OF FIGURES

FIG.1. The maximum cross-sectional area (F max.) of the initial zones of pumping brine distribution as related to its pressure (P kg/cm²)

Curve 1 - 3-day aged chilled meat;

Curve 2 - 7-day aged chilled meat;

Curve 3 - thawed meat

Давление - pressure

Площадь, см² - area, cm²

FIG.2. The length of the initial distribution zone (IDZ) as related to pumping brine pressure

Давление - pressure

Длина в см - length, cm

FIG.3. Changes in the area of brine initial distribution zones (IDZ) by sample layers:

Curve 1 - control

Curve 2 - hyaluronidase added