

БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ПОСОЛА ЦЕЛЬНОМЫШЕЧНЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

*Туменова Г. Т., к.т.н., преподаватель,
ORCID 0000-0002-1553-0106,*

*Садупова Т.Б., преподаватель,
ORCID 0000-0001-8442-8896*

*Даулетханқызы А., преподаватель,
ORCID 0000-0002-7650-5895*

*Абилда А. С., преподаватель,
ORCID 0000-0001-9367-0051*

*Кудренова Л. Г., студент,
ORCID 0000-0001-6177-9220*

кафедра «Продовольственная безопасность»

*Северо-Казахстанский Государственный Университет им. М. Козыбаева,
Петропавловск, Казахстан*

<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-14-11>

Многочисленными исследованиями установлено, что введение в мясное сырье посолочных веществ оказывает существенное влияние на изменение коллоидно-химического состояния белков и развитие биохимических и микробиологических процессов. С учетом выше изложенного становится очевидным, что процесс посола является одним из основных технологических процессов при выработке соленых мясopодуKтоB. При этом для разработки новых и интенсифицированных режимов посола необходимо знать изменения, происходящие в мясе на уровне структуры белка, то есть на макромолекулярном уровне, а это невозможно осуществить без использования современных методов исследования. Одновременно следует иметь в виду, что в современных условиях даже при выработке стандартных целномышечных мясopодуKтоB существуют возможности выбора наиболее приемлемых по техническому исполнению и технологическим параметрам условий организации процесса посола сырья. Кроме того, сравнительный анализ позволяет прийти к выводу о том, что применение ипpицеBания и массаpивания дает возможность существенно сократить продолжительность процесса посола и созревания сырья. Посол мясного сырья является одной из основных и определяющих операций технологического процесса производства мясopодуKтоB, в результате чего у изделий происходит формирование необходимых технологических и потребительских свойств: вкуса, аромата, нежности, цвета. Все это происходит за счет протекающих в мясном сырье процессов таких как проникновение, распределение и накопление в мясе посолочных веществ; изменение состояния белковых веществ и ферментных систем; изменение форм связи влаги, водосвязывающей способности и массы мяса; изменение микроструктуры; развитие химических и ферментативных процессов с образованием вкусовых и ароматических веществ.

Ключевые слова: мясо свинины, конины, баранины, говяжьи, электростимуляция, электромассирование, тумблирование, целномышечные продукты, посол, созревание, интенсификация посола, модификация, мясopодуKтоB, вкус

БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСУ ПОСОЛУ ЦІЛЬНОМ'ЯЗОВИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

*Туменова Г. Т., к.т.н., викладач,
ORCID 0000-0002-1553-0106*

*Садупова Т. Б., викладач,
ORCID 0000-0001-8442-8896*

*Даулетханқизи А., викладач,
ORCID 0000-0002-7650-5895*

*Абілда А. С., викладач,
ORCID 0000-0001-9367-0051*

*Кудренова Л. Г., студент,
ORCID 0000-0001-6177-9220*

кафедра «Продовольча безпека»

*Північно-Казахстанський Державний Університет ім. М. Козыбаева,
Петропавловськ, Казахстан*

Авторами розроблено посолювальні інгредієнти і харчові добавки, що застосовуються для виробництва цільном'язових м'ясопродуктів. Численними дослідженнями встановлено, що введення в м'ясну сировину посолювальних речовин істотно впливає на зміну колоїдно-хімічного стану білків і розвиток біохімічних і мікробіологічних процесів. З урахуванням вище викладеного стає очевидним, що процес посолу є одним з основних технологічних процесів при виробленні солоних м'ясопродуктів. При цьому для розробки нових і інтенсифікованих режимів засолу необхідно знати зміни, що відбуваються в м'ясі на рівні структури білка, тобто на макромолекулярному рівні, а це неможливо здійснити без використання сучасних методів дослідження. Одночасно слід мати на увазі, що в сучасних умовах навіть при виробленні стандартних цільном'язових м'ясопродуктів існують можливості вибору найбільш прийнятних, у сенсі технічного виконання і технологічних параметрів, умов організації процесу посолу сировини. Крім того, порівняльний аналіз дозволяє зробити висновок про те, що застосування шприцювання і масування дає можливість істотно скоротити тривалість процесу засолу і дозрівання сировини. Посол м'ясної сировини є однією з основних і визначальних операцій технологічного процесу виробництва м'ясопродуктів в результаті чого у виробів відбувається формування необхідних технологічних і споживчих властивостей: смаку, аромату, ніжності, кольору. Все це відбувається за рахунок протікання в м'ясній сировині таких процесів, як проникнення, розподіл і накопичення в м'ясі посолювальних речовин; зміна стану білкових речовин і ферментних систем; зміна форм зв'язку вологи, вологозв'язувальної здатності і маси м'яса; зміни мікроструктури; розвитку хімічних і ферментативних процесів з утворенням смакових і ароматичних речовин.

Ключові слова: *м'ясо свинини, конини, баранини, яловичини, електростимуляція, електромасування, тумблювання, цільном'язові продукти, посол, дозрівання, інтенсифікація посолу, модифікація, м'ясопродукти, смак*

BIOCHEMICAL ASPECTS OF SALTING PROCESS OF WHOLE-MUSCLE MEAT PRODUCTS

Tumenova Galiya, PhD, teacher,
ORCID 0000-0002-1553-0106

Sadupova Tynyshtyk, teacher,
ORCID 0000-0001-8442-8896

Dauletkhankyzy Arailym, teacher,
ORCID 0000-0002-7650-5895

Abilda Aidana, teacher,
ORCID 0000-0001-9367-0051

Kudrenova Laura, student,
ORCID 0000-0001-6177-9220

Department of Food Security,
North Kazakhstan State University named after M. Kozybaev, Petropavlovsk, Kazakhstan

<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-14-18>

Numerous studies helped to find that the introduction of salting substances into meat raw materials has a significant effect on changing the colloid-chemical state of proteins and the development of biochemical and microbiological processes. Taking into account the above, it becomes obvious that the salting process is one of the main technological processes in the development of salted meat products. At the same time, in order to develop new and intensified salting regimes, it is necessary to know the changes occurring in meat at the level of the protein structure, i.e. at the macromolecular level, and this cannot be done without using modern research methods. At the same time, it should be borne in mind that in modern conditions, even when developing standard whole-muscle meat products, there are opportunities to choose the most acceptable conditions for organizing the process of salting raw materials in terms of technical performance and technological parameters. In addition, the comparative analysis allows us to conclude that the use of syringing and massaging makes it possible to significantly reduce the duration of the salting process and maturation of raw materials. Processing of meat raw materials is one of the main and defining operations of the technological process of production of meat products as a result of which the products form necessary technological and consumer properties: taste, aroma, tenderness, color. All this is due to processes occurring in meat raw materials such as penetration, distribution and accumulation of salting substances in meat; changes in the state of protein substances and enzyme systems; changes in the forms of moisture binding, water binding capacity and meat mass; changes in the microstructure; development of chemical and fermentative processes with formation of flavoring and aromatic substances.

Keywords: pork, horse meat, lamb, beef, electrical stimulation, electric massaging, tumbling, whole-muscle products, pickling, maturing, intensification of salting, modification, meat products, taste.

Сущность процессов накопления и распределения посолочных веществ при посоле. Для нормального сбалансированного питания человеку необходимо потреблять разнообразные вещества, которые содержатся в природном сырье растительного и животного происхождения. К последнему относится мясо убойных животных и птицы, являющееся важнейшим источником белкового питания организма [1-3]. Понятно, что мясо должно быть приемлемым с точки зрения пищевой безопасности и потребительских свойств, для чего его подвергают разнообразным методам технологической обработки. Издревле применяемый в практике мясопереработки технологический процесс, посол мяса, представляет собой сложный биохимический процесс, в осуществлении которого участвуют

собственные протеолитические ферменты мяса, а также ферменты микроорганизмов. Результатом реализации указанного процесса является изменение степени гидратации белков мясного сырья, инициация процессов гидролиза белковых макромолекул, полисахаридов, а также накопление низкомолекулярных соединений и метаболитов молочнокислых микроорганизмов. Интенсивное ферментативное воздействие вызывает диссоциацию и расслабление актомиозинового комплекса, что способствует образованию многочисленных гидрофильных центров и увеличению влагосвязывающей способности мяса, уменьшению потерь массы при последующей термической обработке. Упомянутые биохимические процессы в мышечной ткани происходят еще более интенсивно, если посол совмещен с механическими воздействиями на мясо [4-6].

Благодаря посолу и происходящим при его осуществлении ферментативным и микробиологическим процессам, продукт приобретает характерный вкус, аромат и цвет. К тому же, указанные органолептические свойства можно активно корректировать, вводя в посолочные смеси различные специи и добавки [7]. В современных технологиях производства целномышечных изделий (вареных, копчено-вареных) количество рассола, вводимого в сырьё, может составлять до 100% к его массе. При этом степень удерживаемости рассола, также как и продолжительность посола, во многом зависят от скорости диффузии посолочных веществ [8].

Исходя из современных представлений о микроструктуре мяса [9] и результатов многочисленных исследований кинетики фильтрационно-диффузионного процесса накопления и распределения посолочных веществ, можно утверждать, что при любом способе посола (сухой, мокрый, смешанный) образуется система «рассол-мясо», в которой происходит массообмен через систему микро- и макрокапилляров, мембраны и перепонки. Иначе говоря, соль проникает в мясо диффузионным путем через систему пор и капилляров, пронизывающих ткани, и осмотическим путем через многочисленные внешние и внутренние мембраны, покрывающие волокна и их пучки, причем вдоль волокон по системе капилляров соль продвигается быстрее. При этом движущей силой посола как диффузионного процесса является разность концентраций соли в рассоле и сырьё, фильтрационный характер массообмен приобретает при наличии в системе разности давлений.

При использовании классических методов – мокрого (выдержка в рассоле), сухого (натирка посолочной смесью) и смешанного (сочетание мокрого и сухого) – длительность процесса проникновения посолочных веществ в сырьё можно определить по следующему выражению:

$$\tau = \frac{a \cdot h^2}{D \cdot \lg \frac{C_p}{C_n}} \quad (1)$$

где: τ - продолжительность посола (диффузии), сутки;

a - постоянная величина, равная 1,08;

h - путь проникновения посолочных веществ в продукт, м (для однородного сырья);

$$h = \frac{H}{2} \quad (2)$$

где: H - толщина продукта;

D - коэффициент проникновения хлорида натрия в ткань продукта, $m^2 \cdot c^{-1}$ (cm^2 /сутки)

Количественное соотношение между значениями D у мышечной, соединительной и жировой тканей составляет 8:3:1;

C_p - концентрация хлорида натрия в рассоле в момент t , %;

C_n - концентрация хлорида натрия на глубине h в момент t , %.

Посол мяса. Сущность, методы и технологические приемы.

Посол мясного сырья является одной из основных и определяющих операций технологического процесса производства цельномышечных мясопродуктов, в результате чего у изделий происходит формирование необходимых технологических и потребительских свойств: вкуса, аромата, нежности, цвета.

Известно также, что введение в мясо хлорида натрия изменяет коллоидно-химическое состояние белков, способствует направленному развитию биохимических процессов автолитического и микробиального происхождения, оказывает прямое и косвенное консервирующее действие, т. е. предохраняет сырье и готовую продукцию от порчи.

При этом степень выраженности данных изменения во многом зависит от характера распределения посолочных веществ, от концентрации соли в продукте, длительности и условий осуществления процесса посола, а также ряда других факторов.

*Таблица 1***Процессы, происходящие при посоле мяса, и их результаты**

Процесс	Результат
Изменение коллоидно-химического состояния белков	Повышение водосвязывающей способности, липкости, нежности.
Изменение активности тканевых ферментов	Улучшение вкусо-ароматических характеристик
Образование нитрозопигментов	Формирование и создание цвета
Изменение количественного и качественного состава микрофлоры	Ингибирование гнилостной и развитие молочнокислой флоры
Изменение микроструктуры	Улучшение консистенции, вкусо-ароматических характеристик
Гидролиз липидов	Улучшение вкусо-ароматических характеристик

Применение различных модификаций посола, а также его сочетаний с другими технологическими операциями (варка, копчение, сушка и т.д.), позволяет получать из одного и того же сырья большой ассортимент продукции с широким спектром органолептических показателей и различным уровнем стабильности при хранении.

Многоплановость последствий посола является результатом совокупности таких последовательно и параллельно происходящих в мясном сырье процессов, как:

- проникновение, распределение и накопление в мясе посолочных веществ;
- возможные потери водо-, солерастворимых веществ;
- изменение состояния белковых веществ и ферментных систем;
- изменение форм связи влаги, водосвязывающей способности и массы мяса;
- изменение микроструктуры;
- развитие химических и ферментативных процессов с образованием вкусо-ароматических веществ;
- изменение качественного и количественного состава микрофлоры;
- развитие реакции цветообразования.

Биохимические аспекты процесса посола

Введение в мясное сырье посолочных веществ оказывает существенное влияние на изменение коллоидно-химического состояния белков и развитие биохимических и микробиологических процессов.

Изменения белковых веществ носят как количественный, так и качественный характер.

Количественные изменения связаны с миграцией белковых, экстрактивных и минеральных веществ в рассол и их потерями при сухом и, особенно, мокром посоле. Уровень потерь этих веществ, в первую очередь, зависит от концентрации рассола, жидкостного коэффициента, вида сырья, температуры, длительности выдержки сырья в контакте с рассолом, наличия предварительной механической обработки мяса, способа посола и т.д. [10, 11].

При классических способах посола величина потерь белков (в основном альбуминов и глобулинов) вследствие наличия в сырье развитой системы макрокапилляров и кровеносных сосудов может составлять до 2-3%, причем степень их перехода в рассол возрастает параллельно увеличению концентрации рассола (особенно в диапазоне 10-12%) и температуры.

Применение современных технологических способов посола, основанных на осуществлении инъектирования рассолов в сырье с последующей его механической обработкой, практически не приводит к сколь-либо ощутимым потерям белковых, экстрактивных, минеральных веществ и витаминов.

Как следует из приведенного уравнения, скорость диффузии может быть увеличена (и, следовательно, сокращена продолжительность посола) за счет:

- повышения концентрации соли в рассоле – однако, при посоле мясопродуктов применение рассолов высокой концентрации ограничено, так как при длительном посоле получают мясопродукты с пониженными качественными показателями: резкой неравномерностью распределения соли по толщине продукта, излишней соленостью и слишком плотной консистенцией в поверхностном слое продукта;

- уменьшения толщины пограничного слоя на границе раздела системы "продукт-рассол", что может быть достигнуто путем интенсивного перемешивания.

Проведение мокрого посола при сочетании воздействия вакуума и вибрации дает возможность на 30-40% сократить продолжительность процесса и одновременно существенно улучшает вкус и цвет готовых изделий.

Микроструктурными исследованиями установлено, что в процессе посола сырья с применением виброперемешивания наблюдаются более глубокие деструктивные изменения мышечной ткани, характеризующиеся наличием большого количества микротрещин и поперечно-щелевидных нарушений мышечных волокон, а также накоплением под сарколеммой мелкозернистой белковой массы. Эти факторы предопределяют увеличение степени набухания белков и уровня водо-связывающей способности.

Наиболее приемлемые технологические результаты могут быть получены при использовании вибрационных импульсов как в диапазоне 5-200 Гц, так и 2800-5700 Гц; при этом следует иметь в виду, что в обрабатываемом сырье из-за неординарности его морфологического состава может происходить неравномерное распределение соли по отдельным частям отруба. Кроме того, длительное вибрационное воздействие сопровождается нагревом сырья, что, с одной стороны, увеличивает скорость проникновения соли в объект, а с другой - может вызывать развитие нежелательных форм микроорганизмов, инициирование процесса цветообразования, повышение активности ферментных систем, а также частичную денатурацию мышечных белков:

- увеличения значения коэффициента проникновения путем выделения из сырья соединительной и жировой ткани, разрыхления морфологической структуры с созданием дополнительной системы макро-, микрокапилляров (механические воздействия, электростимуляция, ферментная обработка), повышения проницаемости тканевых мембран;

- повышения температуры рассола, что приводит к увеличению коэффициента проникновения за счет термодиффузии (при посоле охлажденного сырья в теплом рассоле);

- уменьшения пути проникновения рассола вследствие введения его шприцеванием непосредственно внутрь сырья с образованием начальных зон накопления посолочных веществ.

Таблица 2

Накопление и распределение посолочных веществ

Тип процесса	Движущая сила	Факторы, влияющие на скорость поссола
Диффузионный	Градиент концентраций соли в рассоле и сырье	- концентрация соли в рассоле;
Фильтрационный	Наличие в системе разности давлений	- толщина пограничного слоя; - состояние макро- и микроструктуры; - коэффициент проникновения соли в ткани сырья; - градиент температуры; - механические воздействия; - инъектирование рассолов

Анализ кинетики процесса проникновения посолочных веществ и изменения его скорости в зависимости от вида сырья, состояния структуры мяса, условий предварительной обработки (игольная тендеризация, массирование), проведенный на основе систематизации и компьютерной обработки результатов последних исследований отечественных и зарубежных авторов позволил установить, что:

- скорость проникновения посолочных веществ неадекватна, имеет нелинейный характер и складывается из трех последовательных фаз – "интенсивной - замедленной - интенсивной" (табл. 3);

- осуществление предварительной игольной тендеризации (накаливания) сырья с шагом игл 3,3, 2,5 и 1,7 мм увеличивает скорость поссола в 1,2-1,7 раз для говядины и в 1,2-1,5 раз для свинины, что обусловлено образованием дополнительных капилляров в мясе.

Таблица 3

Продолжительность фаз поссола разных видов мясного сырья

Продолжительность поссола, мин		Фазы		
		интенсивная - I	замедленная - II	интенсивная - III
		до 60	60-120	более 180
Скорость проникновения, мм/мин	говядина	0,045	0,012	0,030
	свинина	0,038	0,030	0,032

Увеличение скорости проникновения посолочных ингредиентов в мясе с ростом разрежения внутри аппарата для поссола и механической обработки связано с увеличением диаметра каналов, возникших в результате проколов в мясе, по мере увеличения разрежения – имеет место так называемый "насосный" эффект. При этом транспортирование жидкости внутрь мяса по вертикальным проколам усиливается, так как они расширились. Из полученных данных видно, что чем меньше расстояния между проколами, тем быстрее происходит просаливание, а разрежение еще больше ускоряет этот процесс. В результате механических воздействий в мясе образуются капиллярные зигзагообразные каналы, пронизывающие мясо насквозь.

Современные технологические приемы (механическая тендеризация, массирование, тумблирование, шприцевание рассолов, ферментация, электростимуляция) позволили сократить продолжительность посола мясного сырья с нескольких недель до нескольких десятков часов.

Способы, интенсифирующие процесс посола:

- электростимуляция сырья;
- ферментная обработка сырья;
- инъектирование рассолов;
- механическая обработка сырья;

Возможность существенной интенсификации процесса распределения посолочных веществ, особенно в предварительно проинъектированном сырье, обусловлена тем, что механические воздействия обеспечивают не только ускорение диффузионного обмена и равномерное распределение посолочных веществ по объему, но и создают градиент давлений, от которого зависит фильтрационный перенос рассола в мясе.

Технология посола цельномышечных мясопродуктов

В промышленности используют различные модификации посола сырья, в основе которых лежат три классических способа – сухой (посол сухой посолочной смесью), мокрый (посол рассолом), смешанный (комбинирование сухого и мокрого посола). При этом в настоящее время практически и в каждом варианте посола предусматривается введение в сырье рассола методом шприцевания (табл.4) [5, 8, 12].

Сухой посол применяют, как правило, для обработки сырья с повышенным содержанием жировой ткани (шпик, грудинка), а также при производстве изделий с длительным периодом хранения (сыросоленые, сырокопченые, сыровяленые).

При сухом посоле сырье натирают хлоридом натрия или сухой посолочной смесью, укладывают в штабель или в чаны, пересыпают ряды дополнительно солью и выдерживают в течение от 7 до 30 суток. Общий расход соли – 8-15% к массе сырья.

В классическом виде сухой посол применяют редко (в основном – при производстве шпика), т.к. мясные изделия получаются весьма жесткими и солеными, имеют слабый запах и неравномерное распределение соли по слоям.

Разновидность сухого посола (шприцевание – натирка сухой посолочной смесью – созревание – сушка) используют при изготовлении сыро-соленых мясопродуктов из свинины и говядины.

Мокрый посол позволяет получать изделия лучшего качества, с высоким выходом за более короткий производственный цикл, но с меньшим периодом хранения.

При этом мясо погружают в рассол, либо вводят его в толщу продукта (шприцевание), либо сначала продукт шприцуют и затем выдерживают в рассоле. В последнем случае появляется возможность существенно сократить продолжительность процесса распределения посолочных веществ и созревания сырья за счет применения интенсивных методов посола (массирование, тумблирование, электромассирование и т.п.)

Смешанный посол. Сочетает элементы мокрого и сухого посолов, в связи с чем его широко используют при производстве почти всех видов цельномышечных изделий. При этом сырьё шприцуют рассолом, натирают сухой посолочной смесью, выдерживают вне рассола (сухой посол в штабелях), после чего перекалывают в чаны, подпрессовывают и заливают рассолом в количестве 30-60% от массы мясного сырья. По окончании мокрого посола мясное сырье выдерживают вне рассола и вымачивают в воде для удаления излишков соли из верхних слоев. Смешанный посол позволяет получать изделия различных видов высокого качества.

**Сравнительные технологические параметры посола свинины
при разных способах организации процесса**

Вид изделия	Условия и параметры посола	
Окорока вареные и варено-копченые	Смешанный: шприцевание рассолом + натирка солью + выдержка в чанах (1 сут.) + выдержка в рассоле (5-7 сут.)	
	Мокрый: шприцевание рассолом + однократное массирование (1ч) + выдержка в рассоле (2-3сут.)	
Корейка, грудинка варено-копченые	Мокрый: шприцевание рассолом+ выдержка в рассоле в чанах (3-5сут.)+ выдержка вне рассоле (2-3 сут.)	
	Смешанный: натирка сухой посолочной смесью+ выдержка в чанах (1 сутки) + выдержка в рассоле (5-7 суток)+ выдержка вне рассоле (1 сутки)	
Балык свиной копчено-вареный	Натирка сухой посолочной смесью	Выдержка в чонах (2 сут.)+ выдержка в рассоле (5-7 сут.)+ выдержка вне рассола (1 сут.)
		Массирование (1-2 сут.) в присутствии рассола
Окорока и рулеты сыракопченые	Смешанный: шприцевание рассола + натирка сухой посолочной смесью + выдержка (3 сут.) + выдержка в рассоле (7-10 сут.) + вымечивание + промывка	
Корейка, грудинка, бекон сыракопченые	Способ I. Шприцевание рассола + натирка сухой посолочной смесью + выдержка в чанах (1-2 сут.)+выдержка в рассоле(5-7 сут.) + выдержка вне рассола (1 сут.) + промывка	
	Способ II. Натирка посоло чной смесью+ выдержка в чанах (1-2 сут.)+ выдержка в рассоле (8-10 сут.)+ выдержка вне рассоле (1 сут.)	
Окорок, ветчина рулет, корейка грудинка копчено-запеченные	Способ I. Шприцевание рассола + выдержка в рассоле (3-5 сут) + выдержка вне рассола (1-2 сут.)	
	Способ II. Шприцевание рассола + массирование (1-1,5 сут.)	
Шейка запеченная	Способ I. Выдержка в рассоле (1,5-2 час)	
	Способ II.Натирка сухой смесью соли и специй	
	Способ III. Массирование в присутствии сухой смеси соли и специй	
Шпик соленый, венгерский, слоеный	Сухой: натирка сухой солью + выдержка в штабеле (7-10 сут.)	
	Мокрый: укладка в чоны с пересыпкой сухой солью + заливка рассолом + выдержка в рассоле (5-7 сут.)	

Одновременно следует иметь в виду, что в современных условиях даже при выработке стандартных цельномышечных мясопродуктов существует возможность выбора наиболее приемлемых по техническому исполнению и технологическим параметрам условий организации процесса посола сырья. Кроме того, сравнительный анализ позволяет прийти к выводу о том, что применение шприцевания и массирования дает возможность существенно сократить продолжительность процесса посола и созревания сырья.

Интенсификация посола возможна только при применении современных высокофункциональных посолочных рассолов, содержащих структуроформирующие, влагосвязывающие, вкусо-ароматические и другие необходимые компоненты. С другой стороны, для повышения выхода готовой продукции, сокращения длительности производственного цикла, равномерного распределения компонентов посолочных рассолов в мышечной ткани необходимо применение инъекторов рассола и массажеров мяса. Только

совокупность передовых технологических решений и высокоэффективного оборудования для насыщения рассолом и мягчения мясного сырья позволяет добиться высокого качества продукции из натурального мяса с одновременным выходом на приемлемые экономические показатели технологического процесса [13].

Способы шприцевания рассолов

Введение рассолов в сырьё осуществляют тремя способами:

- через кровеносную систему;
- уколами в мышечную ткань;
- безыгольными инъекторами.

Посол через кровеносную систему весьма трудоемок, хотя и эффективен при обработке мясокостного сырья, используемого в виде отдельных отрубов (передние и задние окорока, полутуши). Введение рассола осуществляют через бедренную артерию в окорок и плечевую в лопатке по специальным схемам с помощью полрой иглы (наружный диаметр 3-4 мм, внутренний – 2 мм, длина 50-60 мм), имеющей центральное отверстие в торце. Рассол вводят под давлением $2-3 \times 10^5$ Па в количестве от 6 до 16% к массе сырья. Продолжительность введения рассола при каждом уколе 2-3 сек.

Данный метод не получил массового распространения в отрасли в связи с:

- высокой трудоемкостью и невозможностью автоматизировать процесс;
- необходимостью использования сырья с гарантированной степенью обескровливания и сохранности сосудов.
- высоким требованиям к профессиональной подготовке персонала, необходимости знания анатомии животных;
- значительной длительностью процесса распределения рассола и созревания сырья, которая может достигать 12-15 суток;
- невозможностью применения многокомпонентных рассолов и, в частности, рассолов, содержащих белковые препараты, так как последние не могут диффундировать через стенки кровеносных сосудов.

Для этого при первичной обработке свиней, мясо от которых предназначается для посола через кровеносную систему, надо соблюдать ряд условий. Необходимо накладывать путовую цепь на заднюю ногу ниже пяточной кости непосредственно за копыто, обеспечить полное обескровливание, не допускать порезов, особенно плечелопаточных и заднetaзовых частей с наружной и внутренней сторон, повреждений задней аорты, проходящей вдоль позвоночника.

После удаления внутренних органов следует сделать продольный разрез задней аорты и разветвить ее на две части. В результате разреза у каждой бедренной артерии остается конец продольно разрезанной задней аорты.

При ветеринарном осмотре необходимо аккуратно разрезать малые поясничные мышцы впродольном направлении, не допуская порезов мышц окороков.

Тазобедренную и плечелопаточную части полутуши, имеющие порезы или кровосгустки, для посола через кровеносную систему не используют.

После проведения шприцевания через кровеносную систему, отруба, как правило, перед термообработкой обрабатывают одним из следующих способов:

- натирают т солью, выдерживают 1 сутки, затем заливают рассолом (40-50% к массе) и выдерживают 6 суток, после этого укладывают в штабель и оставляют для стекания рассола и созревания в течение 9-10 суток;
- заливают рассолом (50% к массе) и выдерживают 3 суток при 12-15°C. Затем позволяют стечь в течение суток при 0-4 °C, после чего выдерживают на созревании 3 суток;
- кратковременное массирование отрубов (20 мин.) с последующей выдержкой на созревании.

Посол шприцеванием в мышечную ткань производят с помощью латунных или никелированных пустотелых перфорированных игл длиной 150-160 мм внутренним

диаметром 1,5 мм и наружным – 3 мм. Отверстия для выхода рассола (диаметром – 1 мм) располагаются на равном расстоянии друг от друга по спирали иглы или диаметрально. Введение рассола в отруба осуществляют, как правило, по специальным схемам. В бескостное сырье рассол шприцуют с шагом введения игл 10-30 мм.

Количество вводимого рассола при шприцевании указано в табл. 5. Количество рассола стандартного состава, рекомендуемое для введения в сырьё при производстве некоторых видов цельномышечных мясопродуктов – в табл. 6.

Таблица 5

Шприцевание рассолом

Способы	Количество вводимого рассола %
Через кровеносную систему	6-16
Уколами в мышечную ткань	До 60-100

Таблица 6

Количество рассола стандартного состава, рекомендуемое для введения в сырьё при производстве некоторых видов цельномышечных мясопродуктов

Вид изделий	Количество использованного рассола (% к массе сырья) при:		
	шприцевании	массировании	заливочной
Вареные и копчено-вареные изделия из свинины	10-12 10-20	5	40-50
Копчено-запеченные изделия из свинины	10-15	-	40-50
Сырокопченые изделия из свинины	5-8	-	40-50
Копчено-вареные изделия из говядины	4-5	-	30-40
Запеченные изделия из говядины	10-20	-	-
Копчено-вареные сырокопченые изделия из баранины	3-4	-	40-50
Копчено-вареные изделия из конины	8-10	-	40-50

Ручное шприцевание одноигльным инъектором значительно проще, чем посол через кровеносную систему, обеспечивает большую интенсивность, однако не дает гарантий в равномерности распределения посолочных веществ в сырье.

Многоигльное инъектирование позволяет: получить равномерное распределение посолочных веществ в сырье; увеличить количество вводимого рассола до 60-100% к массе мяса и строго контролировать его количество; в сочетании с массированием и тумблированием удержать весь рассол.

В современных технологиях, основанных на применении многокомпонентных рассолов (посолочные вещества, фосфаты, соевые белковые изоляты, каррагинаны и др.), количество рассола, удерживаемого сырьем после массирования, достигает от 100 до 200%.

Результаты многолетних исследований свидетельствуют о том, что непосредственно после шприцевания рассол сосредоточен в начальной зоне, размеры которой увеличиваются с повышением давления рассола и зависят от состояния структуры сырья.

Типы инъекторов описаны в табл. 7.

Типы инъекторов

Иглы	Инъекторы	Условия шприцевания
Полые с центральным отверстием	ручные; механизированные; автоматизированные	при атмосферном давлении в условиях вакуума обычное (0,1 МПа) более 0,3 МПа давление рассола
Полые перфорированные	одно- или многоигольные ручные; механизированные; автоматизированные	с одной стороны или одновременно по всему объему сырья
Бинарные, трубчатые с режущей кромкой	с жестким или телескопическим креплением игл	Без или со совмещением с механической обработкой

Увеличение проницаемости сырья для рассола может быть также достигнуто за счет применения механической (ножевой, игольной) тендеризации и/или массирования мяса перед шприцеванием. Реже применяют технологии, которые предусматривают только шприцевание, либо только массирование мясного сырья. Например, посол крупногабаритных отрубов (типа окороков) выполняют с помощью ручных инъекторов-пистолетов без последующей обработки в массажере. Впрочем, существует мнение, что при посоле всех видов мясокостного сырья желательнее ограничиться его инъектированием, поскольку во вращающемся барабане установки для гидромеханической обработки куски мяса повреждаются при соударениях и падениях. При чрезмерно интенсивном массировании белки вымываются из сырья и остаются в рассоле. В то же время, вот при использовании вязких многокомпонентных рассолов, забивающих иглы инъекторов, может быть применена механическая обработка в барабане массажера без предварительного шприцевания [6, 14, 15].

Выводы. Успешность посола мяса и мясных фабрикатов требует учета химического состава, консистенции, гистологического строения и свойств мяса и мясных фабрикатов, как химических (ферментативных и бактериальных) реакций, происходящих в них, так и диффузионных и осмотических явлений в процессе посола.

Перспективным направлением в решении задачи совершенствования процесса посола является создание и внедрение новых эффективных технологий и высокопроизводительного оборудования.

Бібліографія

1. Лисицын А. Б., Сизенко Е. И., Чернуха И. М., Алексахина В. А., Семенова А. А., Дурнев А. Д. Мясо и здоровое питание. М: ВНИИМП, 2007.
2. Узаков Я. М., Прянишников В. В., Ильтяков А. В. Белки и пищевые волокна в мясных технологиях. Алматы: ТОО «Эверо», 2013. 280 с.
3. Pereira, P. C., Vicente, F. (2017). Meat Nutritive Value and Human Health. In: New Aspects of Meat Quality (pp. 465-477). Woodhead Publishing.
4. Рогов, И. А., Жаринов, А. И., Текутьева, Л. А. Шепель, Т. А. (2009). Биотехнология мяса и мясопродуктов: курс лекций. М.: ДеЛипринт, 2009. – 296 с.
5. Меренкова, С. П., Потороко, И. Ю., Захаров, И. В. (2015). Научное обоснование принципов проектирования технологии деликатесных мясопродуктов с улучшенными технологическими характеристиками. Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2015. Т. 3, № 2. С. 18–26.
6. Вербицкий, С. Б., Шевченко В. В. (2016). Гидромеханическая обработка мясного сырья. Мясной бизнес. 10 (160), 44-48.

7. Рогов И. А., Забашта А. Г., Казюлин Г. П. (2009). Технология мяса и мясных продуктов. Книга 2. Технология мясных продуктов. М.: Колос, 711 с.
8. Кудряшов Л. С. (2009). Теория и практика интенсификации посола мяса. Вестник Марийского государственного университета. 4, 129-133.
9. Узаков Я. М. (2007). Микроструктура мяса и мясопродуктов. Алматы: КазГосИНТИ. 27 с.
10. Узаков, Я., Пак, Е., Буламбаева, А. (2013). Разработка технологии цельномышечных мясных продуктов из свинины функционального назначения вестник алматинского технологического университета. 2 (98), 47-51.
11. Узаков Я. М., Нурмуханбетова Д. Е., Калдарбекова М. А. (2019). Исследование микроструктуры цельномышечного варено-копченого продукта из говядины. Пища. Экология. Качество: сборник статей в 2 т. Том 2. отв. за выпуск: О. К. Мотовилов, О. А. Высоцкая, К. Н. Нициевская, Л. П. Хлебова. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, с. 277-280.
12. Вербицкий С. Б., Шевченко В. В. (2011). Игольные инъекторы и массажеры мяса. Мясной бизнес. 4 (99), 18-19.
13. Вербицкий С. Б., Шевченко В. В. (2009). Интенсивный посол и гидромеханическая обработка мясного сырья: процессы и оборудование. Мясной бизнес. 9 (82), 70-76.
14. De Mey, E., D. Telleir, D., Neyrinck, E., Raes, K., Paelinck, H., Fraeye, I. (2015). Influence of the raw ham quality and tumbling time on yield and product quality of cooked ham. Proceedings of 61st International Congress of Meat Science and Technology, 23-28th August 2015, Clermont-Ferrand, France.
15. Pinto Neto, M. (2004). Tombamento ou injeção: qual a melhor opção? Revista Nacional da Carne, Edição № 330.

References

1. Lisicyn A. B., Sizenko E.I., Chernuha I.M., Aleksahina V.A., Semenova A.A., Durnev A.D. (2007). Mjaso i zdravoe pitanie [Meat and healthy nutrition]. M: VNIIMP. [in Russian].
2. Uzakov Ja., Prjanishnikov V., Il'tjakov A. Belki i pishhevye volokna v mjasnyh tehnologijah [Proteins and food fibers in meat technologies]. Almaty: TOO «Jevero», 2013. 280 p. [in Russian].
3. Pereira, P. C., Vicente, F. (2017). Meat Nutritive Value and Human Health. In: New Aspects of Meat Quality (pp. 465-477). Woodhead Publishing.
4. Rogov, I. A., Zharinov, A. I., Tekuteva, L.A. Shepel, T.A. (2009). Biotehnologija mjaso i mjasoproduktov: kurs lekcij [Biotechnology of meat and meat products: Course of lectures]. M.: DeLiprint, 2009. – 296 s [in Russian].
5. Merenkova, S., Potoroko, I., Zaharov, I. (2015). Nauchnoe obosnovanie principov proektirovaniya tehnologii delikatesnyh mjasoproduktov s uluchshennymi tehnologicheskimi harakteristikami [Scientific substantiation of design principles of the technology of deli meats with enhanced technological parameters]. Vestnik JuUrGU. Serija «Pishhevye i biotehnologii». [Gerald of Southern Urals State University. Series "Food and Bio- Technologies"]. 2 (3), 18–26.
6. Verbytskyi, S. B., Shevchenko V. V. (2016). Gidromehanicheskaja obrabotka mjasnogo syr'ja [Hydromechanical treatment of raw meats]. Mjasnoj biznes [Meat Business]. 10 (160), 44-48 [in Russian].
7. Rogov I., Zabashta A., Kazjulin G. (2009). Tehnologija mjaso i mjasnyh produktov. Kniga 2. Tehnologija mjasnyh produktov [Technology of meat and meat products. Book 2. Technology of meat products]. M.: KoloS, 711 p [in Russian].
8. Kudrjashov L. (2009). Teorija i praktika intensifikacii posola mjaso [Theory and practice of the intensifying of meat pickling]. Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta [Gerald of Marijski State University]. 4, 129-133 [in Russian].

9. Uzakov Ja. M. (2007). Mikrostruktura mjaso i mjasoproduktov [Microstructure of meat and meat products]. Almaty: KazGosINTI. 27 s [in Russian].
10. Uzakov, Ja., Pak, E., Bulambaeva, A. (2013). Razrabotka tehnologii cel'nomyshechnyh mjasnyh produktov iz svininy funkcional'nogo naznachenija [Development of the whole muscle meat products of the pork of functional use]. Vestnik Almatinskogo Tehnologicheskogo Universiteta [Gerald of Almaty Technological University]. 2 (98), 47-51 [in Russian].
11. Uzakov Ja., Nurmuhambetova D. E., Kaldarbekova M. A. (2019). Issledovanie mikrostruktury cel'nomyshechnogo vareno-kopchenogo produkta iz govjadiny [Research of microstructure of a whole muscle boiled and smoked product of beef]. Pishha. Jekologija. Kachestvo: sbornik statej v 2 t. Tom 2 / otv. za vypusk: O. Motovilov, O. Vysockaja, K. Nicievskaja, L. Hlebova. Barnaul : Izd-vo Alt. un-ta, p. 277-280 [in Russian].
12. Verbytskyi S., Shevchenko V. (2011). Igolnye inektory i massazhery mjaso [Needle injectors and meat massagers]. Mjasnoj biznes [Meat Business]. 4 (99), 18-19 [in Russian].
13. Verbytskyi S., Shevchenko V. (2009). Intensivnyj posol i gidromehanicheskaja obrabotka mjasnogo syr'ja: processy i oborudovanie [Intensice pickling and hydromechanical treatment of raw meats: processes and equipment]. Mjasnoj biznes [Meat Business]. 9 (82), 70-76 [in Russian].
14. De Mey, E., D. Telleir, D., Neyrinck, E., Raes, K., Paelinck, H., Fraeye, I. (2015). Influence of the raw ham quality and tumbling time on yield and product quality of cooked ham. Proceedings of 61st International Congress of Meat Science and Technology, 23-28th August 2015, Clermont-Ferrand, France.
15. Pinto Neto, M. (2004). Tombamento ou injeção: qual a melhor opção? Revista Nacional da Carne, Edição № 330.