

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

факультет Плодоовощеводства и перерабатывающих технологий  
кафедра Технологии хранения и переработки сельскохозяйственной  
продукции

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Ресурсосберегающие технологии консервирования пищевых продуктов»

Направление подготовки бакалавра

35.03.07 Технологии производства и переработки с.-х. продукции

19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Направленность (профиль) образовательной программы

Технология производства и переработки с.-х. продукции

Технология производства, хранения и переработки продукции сельского хозяйства

Продукты питания из растительного сырья

Тип образовательной программы

прикладной бакалавриат

Формы обучения

очная

Санкт-Петербург

2020

Для интенсификации процессов распределения рассола и созревания мяса применяют механическую тендеризацию мяса, тумблирование и массажирование.

Тендеризация и тумблирование, как правило, используются для обработки низкосортного сырья, массажирование — для мяса с преобладающим содержанием мышечной ткани.

Механическая тендеризация — это способ размягчения тканей мяса путем накалывания или отбивания сырья. Частичное разрушение и разрыхление тканевых структур дает возможность улучшить консистенцию, сочность, увеличить проницаемость посолочных веществ и ускорить ферментативные процессы. Наиболее целесообразно проводить механическую тендеризацию говядины, в последующем используемой для изготовления реструктурированных продуктов.

Тендеризацию проводят на различного вида устройствах: валиках с насечкой или с клиновидными зубьями, пластинах с рифленой поверхностью или оснащенных иглами (рис. 19).



Рис. 19. Тендерейзер VIATTO ETS 737

Наиболее эффективным является сочетание тендеризации с тумблированием или массажированием. Эти виды механической обработки сырья основаны на принципе использования энергии падения кусков мяса с некоторой высоты, удара их друг о друга, о выступы и стенки аппарата. При этом сырье подвергается интенсивным механическим деформациям, приводящим к повышению давления в месте контакта. Сжатие и расширение мышечной ткани, сопровождающееся возникновением переменных внутренних напряжений, обеспечивает интенсивное фильтрационное перераспределение рассола по системе пор и капилляров внутри мяса.

Эффект массопереноса при тумблировании и массажировании дополнительно усиливается в связи с появлением микроразрывов ткани и повышением ее проницаемости.

Тумблирование — это обработка продукта в тумблерах, т.е. вращающихся емкостях (чаще всего цилиндрических) с горизонтальной осью вращения, оснащенных шнеками, лопастями и выступами на внутренней поверхности (рис. 20).

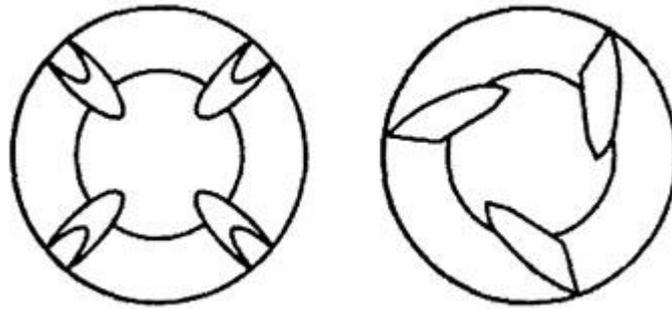


Рис. 20. Форма и расположение полок в тумблере для обработки бескостного и костного сырья

Частота вращения тумблера должна быть несколько ниже критической

$$N_{кр} = 42,4\sqrt{D},$$

где  $D$  — диаметр емкости, м.

Обычно она составляет для мякотного сырья 8-20 об/мин, для мясокостного — 4-8 об/мин. Коэффициент загрузки емкости тумблера для большинства видов сырья — 60-70 %. Продолжительность тумблирования зависит от размеров кусков, вида состояния и свойств сырья, типа устройств, предварительной обработки. Однако механическая обработка более 16-24 ч ухудшает органолептические показатели и снижает выход в результате деструкции мяса.

В тумблерах предпочтительнее обрабатывать более жесткое сырье — бескостную говядину и баранину.

Массирование — разновидность интенсивного перемешивания. Массажер представляет собой емкость, оснащенную вращающимися лопастями, либо шнеками (рис. 21). В массажерах отсутствуют ударные воздействия, поэтому обработка сырья менее интенсивная, чем в тумблерах, продолжительность массирования значительно больше.



Рис. 21. Вакуумный массажер

Рассол можно вводить в сырье не только при шприцевании, но и частично в массажер или тумблер. Обработку в этих аппаратах выполняют непрерывно или циклически. В период механических воздействий

происходит фильтрационно-диффузионный перенос, в период покоя — диффузионный.

Выбор параметров механической обработки для каждого вида продукта осуществляется индивидуально, исходя из вида сырья и типа оборудования, которым располагает предприятие.

Однако, имеются общие рекомендации, позволяющие получить продукт хорошего качества:

- общая продолжительность активной фазы механической обработки должна составлять 300-500 мин;  $s$  количество ударных воздействий рабочего органа аппарата на сырье за весь период посола должно быть не менее 3000 для свинины и 6000 для говядины;

- общая продолжительность посола свинины (при прочих равных условиях) на 25-33 % меньше, чем для говядины.

Костное сырье (окорока) обрабатывают в тумблерах при частоте вращения 8 об/мин по режиму: 10-20 мин — вращение, однократная остановка на 50 мин. Бескостное сырье обрабатывают в массажерах по режиму: 20-30 мин вращение, 45-60 мин — остановка; цикл повторяется 24-36 часов.

Применение вакуума (до 50 кПа) увеличивает эффективность механической обработки сырья. Механизм действия вакуума заключается в растяжении и утончении стенок клеток, расширении пор и капилляров, удалении воздушных пузырьков, что в совокупности обеспечивает лучшее проникновение посолочных веществ в мясо.

Одним из преимуществ вакуум-обработки является улучшение цвета, вкуса, аромата, консистенции в результате исключения контакта кислорода с продуктом. Кроме того, применение вакуума снижает бактериальную обсемененность готового продукта, уменьшает потери ценных веществ и повышает выход. Особенно эффективно применение вакуумирования при обработке говядины.

В настоящее время существуют устройства (фирма H.J. Lahgren, Голландия), совмещающие вакуум-массирование с подшприцовыванием кусков мяса и игольной тендеризацией. При этом сырье, находящееся в вакуум-аппарате массажера, падает с определенной высоты на посолочные иглы и в этот момент в кусок нагнетается точно дозируемое количество рассола.

**Электромассирование**, применяемое для обработки парного мяса, заключается в воздействии электрических импульсов на предварительно инъецированное мясо. Периодическое сокращение и расслабление парных мышц (пульсация) влияют на процесс перераспределения посолочных веществ так же, как и механическое воздействие.

## **Физические методы обработки сырья**

К физическим методам обработки сырья относят процессы электростатического, электро-контактного, высокочастотного,

сверхвысокочастотного, инфракрасного, радиационного, импульсного и ультразвукового методов обработки продуктов. Использование новых методов позволит по-новому построить технологические процессы, значительно увеличить производительность труда, повысить выход готовой продукции и улучшить его качество, повысить требования к гигиенической безопасности пищевых продуктов и снижение остроты экологической проблемы, снизить металлоемкость и энергоемкость машин и установок, а значит и повысить эффективность производства в целом.

### ***Электростатические методы обработки мясного сырья***

Сущность обработки пищевых продуктов в электростатическом поле состоит в том, что ионизированный газ, перемещаясь в электрическом поле, сообщает заряд тонкодисперсным частицам вещества (копильный дым, пыль, краска и другие), которые, приобретая заряд, также совершают упорядоченное направленное движение от одного электрода к другому. Процессы с применением высоковольтной ионизации применяют для электрокопчения, электроочистки газов, электросепарирования, электроантисептирования, электропанировки и других.

Ионизации газов достигают двумя путями:

- несамостоятельной ионизацией, которая возникает, если пространство между электродами подвергают воздействию внешнего источника теплоты (ультрафиолетовое излучение, высокая температура, рентгеновские лучи и другие);
- самостоятельной ионизацией, возникающей в результате повышения напряжения в цепи до некоторой определенной величины, при которой заряженные частицы, разгоняясь в электрическом поле и сталкиваясь с нейтральными молекулами газа, ионизируют их.

#### **Процесс электрокопчения**

Электрофоретическое осаждение компонентов копильного дыма на различных пищевых продуктах представляет собой процесс электрокопчения. Этот способ так же основан на явлении самостоятельной ионизации. В результате осаждения дыма на поверхности продукта и проникновения его компонентов внутрь происходит окрашивание поверхности изделия в коричнево-золотистые тона, продукт приобретает специфический аромат и вкус копчения, а также достигаются бактериальный и антиокислительный эффекты. Процесс электрокопчения при средней плотности дыма протекает очень быстро (2-5 мин). Однако при этом не происходит сушки продукта, в связи с чем весьма затруднительна его сравнительная оценка с обычным тепловым копчением. Использование инфракрасного излучения для подсушки продукта позволяет получать сравнимые результаты. Современная электрическая цифровая коптильня

## *Электроконтактные методы обработки мяса*

В настоящее время следует считать доказанным практическую возможность интенсификации различных технологических процессов с использованием электроконтактных методов (ЭК). Применение этих методов резко ускоряет течение процессов, повышает производительность труда, снижает потребность в производственных площадях. В пищевой промышленности прогрессивным является использование процессов, осуществляемых путем непосредственного контакта электрического тока с продуктом. Электроконтактным (ЭК) методам свойственно:

- ◆ простота аппаратного оформления;
- ◆ высокий КПД;
- ◆ быстротечность;
- ◆ достаточно высокая равномерность температурного поля;
- ◆ доступность контроля и регулирование энергетических параметров.

В последнее время получил развитие один из ЭК процессов - электростимуляция парного мяса с целью улучшения его качественных показателей. Этот процесс используют для предотвращения «холодового» сжатия мышц при интенсивной холодильной обработке и для увеличения нежности мяса. В его основе лежит процесс сокращения мышечных волокон под действием электрического тока.

После убоя животных в тканях развивается комплекс изменений, которые в итоге влияют на качество готового продукта. Изменения протекают достаточно медленно (в течение нескольких суток: говядина 14-20 суток), и это, естественно, при промышленной переработке в больших масштабах требует существенных площадей и соответственно значительных затрат энергии на поддержание температурно- влажностного режима. При использовании электростимуляции данный процесс сокращается до 5-6 суток.

Под созреванием мяса понимают комплекс ферментативных процессов, протекающих после прекращения жизни животного, в результате чего происходит размягчение мышечной ткани и накопление в мясе веществ, улучшающих его вкус и аромат.

В результате некоторого промежутка времени воздействия электрического тока на парное мясо оно подвергается размягчению. Электростимуляцию можно применять на стадии обескровливания либо на стадии передачи туш, полутуш на холодильник. Применение электростимуляции на стадии обескровливания позволяет не только сократить длительность процессов созревания мяса, но и повысить само качество мяса за счет лучшего проведения процесса обескровливания.

Следующим перспективным направлением использования непосредственного подвода электроэнергии к обрабатываемому продукту является применение в пищевой промышленности процессов с использованием ЭК-нагрева (при тепловой обработке, размораживании). ЭК-

нагрев обладает специфической особенностью. Быстрое возрастание температуры по всему объему изделия позволяет создать новый промежуточный процесс - электростимуляцию - кратковременный процесс (15-60 секунд) нагрева продукта (колбасного фарша) в диэлектрической форме до температуры 50-70°C. Полученные изделия обладают упругой консистенцией и хорошо сохраняют форму при дальнейшей обработке.

Сущность ЭК-нагрева состоит в том, что электрический ток, проходя через продукт, обладающий сопротивлением, вызывает его нагрев. Серьезную проблему представляет выбор частоты тока. Электрохимические исследования показали, что приемлемой может быть признана частота 8-10 Гц.

При электроконтактном нагреве мясопродуктов отмечено улучшение биологической ценности готового продукта (усвояемость белков). Гистологические исследования показали лучшее бактерицидное действие ЭК-нагрева по сравнению с другими методами нагрева (ИК). То есть в целом качество готовой продукции, полученной электроконтактным методом, отвечает современным требованиям.

### ***Высокочастотный и сверхвысокочастотный методов нагрева мясопродуктов***

Высокочастотный (ВЧ) и сверхвысокочастотный (СВЧ) нагрев пищевых продуктов позволяет значительно интенсифицировать термические процессы. Процесс трансформации энергии электромагнитного поля высокой или сверхвысокой частоты в теплоту принято называть диэлектрическим нагревом или ВЧ (СВЧ)-нагревом. Существенный технологический результат при использовании токов ВЧ- и СВЧ-обработки можно получить для ряда процессов, среди которых основное место занимают тепловые и массообменные (нагрев, стерилизация, размораживание, сушка, пастеризация).

Применение СВЧ-нагрева позволяет значительно интенсифицировать технологические процессы пищевых производств, связанные с нагревом продукции, а также разработать их новые виды, особенно комбинируя СВЧ-нагрев с традиционными способами энергоподвода, таким как варка, сушка, стерилизация, пастеризация, размораживание, сублимация и т.д. СВЧ-нагрев позволяет реализовать безотходные и энергосберегающие технологии, значительно увеличить выпуск готовой продукции без больших капитальных затрат, улучшить санитарно-гигиенические условия труда.

В пищевой промышленности важным и трудоемким процессом является размораживание продуктов. Использование диэлектрического нагрева позволяет резко сократить продолжительность размораживания, а также улучшить качественные показатели продукции. Преимущества метода следующие:

- ◆ относительно короткое время размораживания;
- ◆ отсутствие повышенной температуры на поверхности продукта;

- ◆ отсутствие роста бактерий;
- ◆ потери сока при нагревании мяса на порции незначительные (менее 1 %);
- ◆ длительность размораживания не зависит от толщины блоков (при ВЧ-нагреве);
- ◆ незначительная занимаемая площадь.

Вследствие кратковременности размораживания микробная обсемененность мяса после СВЧ-нагрева на порядок ниже, чем у сырья, размороженного в воздушной среде. Доказано, что СВЧ-поле в отношении микрофлоры обладает бактерицидным и бактериостатическим действием. Было показано, что стерилизующий эффект СВЧ-поля явно выражен - выживаемость бактерий (кишечная палочка) после такой обработки в два и более раз меньше, чем при тепловой обработке. Установлено, что СВЧ-нагрев обеспечивает эффективную пастеризацию (не менее 99,5 %) мяса. Микробиологические исследования указывают на отсутствие микробов в период двухмесячного хранения. Для СВЧ-термообработки используют различные агрегаты. В большинстве случаев промышленные СВЧ-устройства непрерывного действия для нагрева пищевых продуктов представлены в виде линейных конвейеров.



Рис. 22. Конвейерная СВЧ-установка с распределенным вводом энергии в рабочую камеру

### ***Обработка мяса инфракрасным излучением***

Инфракрасное (ИК) излучение нашло достаточно широкое применение в различных отраслях промышленности: мясной, молочной, хлебопекарной и т.д. (обжарка, варка, запекание, дезинфекция и пр.) ИК-излучение представляет собой результат сложных внутримолекулярных процессов, связанных с поглощением веществом энергии и ее непрерывным преобразованием в излучение. ИК-излучение возникает в результате перехода электронов атомов с более высокого на более низкий энергетический уровень. В настоящее время в качестве источников ИК-излучения применяют электрические или керамические излучатели с газовым обогревом. Доказано, что органолептическая оценка продуктов, запеченных ИК-энергией, не уступает таковой для продуктов, обработанных традиционным способом, а по некоторым показателям (вид, вкус)

превосходит их. Перевариваемость белков мяса после ИК-обработки по сравнению с традиционной практически одинакова. Гистологические исследования подтверждают высокие качественные показатели готовой продукции. Особенности ИК-нагрева позволяют экономить значительное количество сырья. Замечено, что практически во всех случаях ИК-обработки наблюдается повышение качества и выхода готовой продукции, снижение энергетических затрат, упрощение конструкции аппаратуры. Особенно высокие значения фиксируются для такой качественной характеристики продукции, как выход готовых изделий.

### ***Ультразвуковые методы***

Значительную группу технологических процессов можно интенсифицировать на базе акустических методов с использованием ультразвуковых и звуковых колебаний. Наиболее полно исследованы возможности использования в технологических процессах пищевых производств ультразвука и низкочастотных (инфразвуковых) колебаний. Под действием звуковых колебаний коллагенные волокна мышечной ткани мяса разрушаются, мясо становится нежным и мягким. Для этого предварительно замороженное мясо помещают в рассол, где генерируются УЗ-колебания. Возможен также непосредственный контакт мяса с источником УЗ. УЗ-обработка шкур при тузлуковании сокращает процесс в 2-3 раза, при этом резко улучшаются санитарно-гигиенические условия, наблюдается очистка поверхности шкур от микроорганизмов. Под действием УЗ происходит гемолиз крови, при чем оптимальная частота составляет 100 кГц. УЗ ускоряет диффузионные процессы, резко ускоряет посол мяса. Диспергирующая и эмульгирующая способность УЗ весьма ценна для пищевой технологии, так как, используя это явление, удастся получать различные гомогенизаторы и стойкие эмульсии. В мясной промышленности этот метод используют при получении жировых эмульсий, предназначенных для колбасного производства. Важным является использование УЗ колебаний в процессе сушки. Использование УЗ позволяет вести сушку при температурах значительно ниже тех, которые допустимы при более высокой скорости сушки. При высокой интенсивности звука распад бактериальной клетки происходит чрезвычайно быстро (1/200 секунд). Под действием ультразвука быстро погибают грамположительные и грамотрицательные анаэробные и аэробные, патогенные и непатогенные бактерии. Весьма чувствительны к ультразвуку палочковидные, кокковые, лучистые грибки и другие микроорганизмы.

### ***Обработка радиационным излучением***

Для этой цели используют только рентгеновское и  $\gamma$ -излучение и поток ускоренных электронов. Влияние на мясо. Под действием ионизирующих излучений изменяется цвет мяса, появляются специфические, не свойственные ему, запах и привкус, иногда изменяется консистенция. В мясе, облученном в мороженом состоянии, окраска изменяется в меньшей степени,

чем в охлажденном, но иногда появляется коричневый оттенок, иногда зеленоватый. При обработке ионизирующими излучениями вареного мяса нормальный серо-коричневый пигмент (гематин) превращается в нехарактерный красный (гемохромоген). В мясе, подвергнутом облучению, обнаружены изменения его составных частей: белков, жиров и др. В больших количествах в облученных мясопродуктах образуются карбонильные соединения. Это дает основание полагать, что они являются основными компонентами запаха облученного мяса. Мясные продукты имеют различную чувствительность к изменению органолептических свойств под воздействием ионизирующего облучения. Так, меньше неприятного запаха и вкуса развивается в свинине, чем в говядине, телятине и баранине. Вкус тощей говядины при облучении изменяется сильнее, чем мяса нормальной упитанности. Наименьшие изменения вкуса и запаха претерпевают под влиянием облучения вареные мясные продукты, некоторые кулинарные изделия из говядины, свинина, мясо кур и кроликов, печень и почки говяжьих. Улучшение качества облученного мяса достигается удалением кислорода, замораживанием до очень низкой температуры (-70 °С) перед облучением и облучением при этой температуре.

### ***Импульсные методы обработки***

Импульсный подвод энергии к продукту вызывает не только количественные, но и качественные изменения процессов, что особенно специфично для электрофизических методов. В качестве источников импульсных нагрузок можно использовать различные системы: механические, гидравлические, электроимпульсные, магнитно-импульсные, оптические, низкочастотные вибрации, пульсационная техника и др. Виброобработка оказывает влияние на цвет и консистенцию колбас. Образцы, изготовленные с применением вибрации, имеют более яркий цвет и плотную консистенцию, что подтверждается и данными по определению напряжения среза. Пульсационные методы при минимальных затратах обеспечивают довольно значительную интенсификацию процессов перемешивания, гомогенизации, экстракции, посола и др.

Технологический процесс обработки мяса складывается из следующих операций:

1. Дефростация мороженого мяса
2. Зачистка поверхности и срезание ветеринарных клейм
3. Обмывание
4. Обсушивание
5. Деление на отруба
6. Обвалка отрубов
7. Выделение крупнокусковых частей
8. Жиловка мяса и приготовление полуфабрикатов натуральных и рубленых

## ***Размораживание***

Цель размораживания – максимальное восстановление первоначальных свойств мяса. Размораживание может быть:

- ◆ Медленное
- ◆ Быстрое

При медленном размораживании туши, полутуши или четвертины навешивают на крючья в специальных камерах так, чтобы они не соприкасались друг с другом, со стенками и полом. Влажность в камерах поддерживают в пределах 90-95 %. Температуру воздуха постепенно повышают от 0 до 6-8°C. Процесс длится 3-5 суток и считается законченным при достижении температуры 0-1°C. При таком режиме кристаллы льда тают медленно, и образующаяся влага успевает впитаться в мышечные волокна, которые набухают и в значительной степени восстанавливают свои свойства. Однако этот способ очень длительный, и поскольку для него требуются холодильные камеры, его можно применять только на крупных предприятиях. Дефростер. Оборудование для дефростирования (размораживания) мяса. Можно размораживать мясо в блоках. Дефростация – размораживание замороженного мяса до температуры 0°C в толще мышц, т.е. приведение мяса к охлажденному виду.

### **Быстрое размораживание**

При быстром размораживании мясо (туши, полутуши и четвертины) помещают в специальные камеры, в которые подают воздух температурой 20-25°C и влажностью 85-95%. При таких условиях размораживание продолжается всего 12-24 ч. Можно проводить быстрое размораживание непосредственно в цехах. Для этого туши или полутуши размораживают при комнатной температуре, а затем помещают в холодильные камеры с температурой от 0 до 2°C и выдерживают там около 24 ч при относительной влажности воздуха 80-85%. Размораживание. Выдержка необходима для выравнивания температуры во всех частях туши, завершения процесса гидратации, что способствует снижению потерь мясного сока при разделке. Потери мясного сока и снижение массы мяса при медленном размораживании в воздушной среде составляет от 0,5 - 3%, при быстром – до 12%. Мясной сок содержит: воды – около 88%, белков – 8, экстрактивных и минеральных веществ – около 3 и витаминов группы В – до 12% общего содержания их в мясе. Не рекомендуется размораживать мясо в воде, а также рубить туши, полутуши и четвертины для ускорения их размораживания на более мелкие куски, так как это приводит к еще более значительным потерям мясного сока, снижению пищевой ценности мяса и ухудшению качества полуфабрикатов. Обмывание и обсушивание. В толще мышц мясо практически стерильно, а поверхность его сильно загрязнена. При дальнейшей обработке микроорганизмы могут попасть внутрь полуфабрикатов и вызвать их порчу. Для уменьшения бактериального загрязнения и удаления механических загрязнений туши (или их части) обмывают. Обмывание теплой водой (20-30°C) снижает поверхностное

микробное обсеменение на 95-99%. Использование одной и той же воды для повторного обмывания мяса недопустимо. Мясо подвешивают на крючья и обмывают чистой проточной водой из брондспойта, шланга или специальной щеткой-душем. Обмывать мясо можно и в ваннах капроновыми или травяными щетками. Обмытые туши для охлаждения промывают холодной водой (температура 12-15°C). Затем их обсушивают и разделывают.

**Обсушивание** Обсушивают туши циркулирующим, пропущенным через фильтры воздухом, температура которого 1-6°C. На небольших предприятиях мясо укладывают на решетки, расположенные под моечными ваннами, или подвешивают на крючья и обсушивают на воздухе или салфетками их хлопчатобумажной ткани. Обсушивание препятствует размножению микробов, кроме того, при разделке мясо не скользит в руках.

## Методы посола мяса

**Посол мяса** – самый древний и доступный способ его консервирования. Он используется самостоятельно, а также в сочетании с другими способами при копчении, производстве колбас и др.

Посол мясного сырья является одной из основных и определяющих операций технологического процесса производства мясопродуктов, в результате чего у изделий происходит формирование необходимых технологических и потребительских свойств: вкуса, аромата, нежности, цвета. Всё это происходит за счёт протекающих в мясном сырье процессов, таких как проникновение, распределение и накапливание в мясе посолочных веществ; изменение состояния белковых веществ и ферментных систем; изменение форм связи влаги, ВСС и массы мяса; изменение микроструктуры; развитие химических и ферментативных процессов с образованием вкусовых и ароматических веществ.

**Посол** – обработка продукта поваренной солью, посолочной смесью или рассолом для придания ему требуемых свойств и устойчивости при хранении.

Требуемыми свойствами продукта является ВУС, вкус и аромат, готовность для употребления в пищу и использования при выработке мясных и мясосодержащих продуктов, стойкость при хранении др.

Рассол – водный раствор поваренной соли в установленном рецептурой количестве. В рассол могут входить: сахар, нитрит и другие ингредиенты в установленных рецептурой количествах.

Посол бывает кратковременный и длительный (от нескольких суток до нескольких недель).

- Кратковременный посол применяют при производстве вареных колбасных изделий. Он обеспечивает повышение ВСС мяса и, как следствие, выхода колбасных изделий.

- Длительного посола требуют продукты больших размеров и с неразрушенной структурой (неизмельченные). Длительное воздействие соли

вызывает более глубокую денатурацию некоторых белков и снижение их растворимости.

Различают посол *простой и сложный*.

- При простом посоле в качестве консерванта используют только поваренную соль или ее водный раствор.

- Сложный посол осуществляют специальной посолочной смесью или рассолом, в состав которых, кроме соли, входят сахар, нитриты, перец и другие ингредиенты, взятые в количествах, установленных рецептурой.

Современная технология посола мяса и мясных продуктов подразделяется на четыре отдельных вида:

- технология сухого посола,
- технология мокрого посола,
- технология смешанного посола,
- технология посола путем инъекции (способ Линьяка) [1].

Каждый из этих видов применяется в зависимости от вырабатываемого продукта, характера сырья, скорости технологического процесса и т. п.

### **Виды посола мяса:**

**Сухой посол** – способ посола, основанный на натирании мяса посолочной смесью с последующим пересыпанием солью и выдерживанием в течение определенного времени. Используют для жирных мясопродуктов длительного хранения (шпик, бекон, шейки).

Чем плотнее укладка, тем лучше качество продукта. Сухой посол даёт наиболее стойкий продукт при хранении, но имеет существенные недостатки. Мясо сильно обезвоживается, просаливается неравномерно, на вкус солёное и жёсткое, потери мясного сока достигают 8-12%. Эти недостатки менее выражены при посоле жирных мясопродуктов, поэтому сухой способ применяется для посола шпика, грудинок, окороков и языков, так как жировая ткань практически не теряет влагу.

Используют для жирных мясопродуктов длительного хранения (шпик, бекон, шейки). При этом продукты натирают солью или сухой посолочной смесью и укладывают рядами в тару, на дно которой насыпают слой соли в 1-1,5 см. Шпик укладывают шкуркой вниз, каждый ряд пересыпая солью. Верхний ряд кусков засыпают слоем соли в 2 см и укладывают несколько выше краев тары в расчете на осадку. Чем плотнее укладка, тем лучше качество продукта. Расход соли составляет 12% к массе исходного сырья. Через три дня после осадки тару закупоривают. Продолжительность сухого посола 14-16 суток.

Положительные стороны сухого посола:

- Высокая стойкость солонины при хранении.
- Небольшие потери питательных веществ (белков, экстрактивных веществ, минеральных веществ, витаминов)

Недостатки сухого посола:

- Высокая соленость продукта.

- Неравномерность просаливания.
- Сухость и жесткость продукта (мясо обезвоживается).
- Значительные потери массы (8-12%, а иногда до 20%).

**Мокрый посол** – способ посола, основанный на выдерживании мяса непосредственно в рассоле. Применяется для консервирования мяса, окороков, кореек и беконных половинок.

Технология мокрого посола состоит в погружении мяса в рассол определенной крепости и состава, которые зависят от сорта мяса, скорости посола и температурного режима. Мокрый посол имеет некоторые преимущества перед сухим. Соль проникает в мясо быстрее и распределяется равномерно, продукт получается нежным и умеренно солёным.

При указанном способе можно легко регулировать нужную концентрацию соли в продукте. Недостатком мокрого посола является высокая влажность солонины, что сокращает сроки её хранения.

В зависимости от содержания соли рассол бывает:

- малосолёный - 14-16% соли;
- нормальный - 18%;
- солоноватый - 20% соли.

Применяется для консервирования мяса, окороков, кореек и беконных половинок. Для этого мясо и мясопродукты укладывают в бочки и заливают охлажденным до температуры 2-4°C рассолом необходимой концентрации.

Для ускорения проникновения и распределения соли часть рассола вводят в толщу мяса с помощью шприца. Шприцевание проводят внутримышечно или через кровеносную систему. Концентрация не должна быть ниже 12%, иначе продукт портится в процессе посола. Продолжительность мокрого посола зависит от концентрации соли в рассоле и составляет 15-20 дней. Шприцевание ускоряет процесс в 2-3 раза.

Преимущества мокрого посола:

- Соль проникает в мясо быстрее и распределяется равномерно.
- Продукт получается нежный, сочный, умеренной солености.
- Увеличивается выход солонины (10-15%).

Недостатки мокрого посола:

- Повышенные потери питательных веществ (белков, витаминов, ЭВ, минеральных веществ), которые выходят в рассол.

- Высокая влажность солонины, что сокращает сроки ее хранения.

**Смешанный посол** – способ посола, основанный на шприцевании мяса рассолом с последующим натиранием его посолочной смесью и выдерживанием в течение нескольких суток до образования маточного рассола, с дальнейшей заливкой мяса приготовленным рассолом. Применяют для получения солонины на костях, предназначенной для длительного хранения и при производстве свинокопченостей.

При смешанном способе куски мяса натирают посолочной смесью и укладывают в бочки, затем закрывают и кладут груз. В течение 3-4 дней мясо

уплотняется и выделяет сок, после этого его заливают рассолом. Этот способ применяют для получения солонины, предназначенной для длительного хранения. Она отличается хорошим качеством, имеет умеренную соленость и стойкость при хранении.

Смешанный посол сочетает в себе 2 первых способа. Куски мяса сначала натирают сухой посолочной смесью и плотно укладывают рядами в тару, на дно которой насыпают слой посолочной смеси в 1 см. Каждый ряд дополнительно пересыпают той же смесью. Через 3-4 дня, после уплотнения и выделения сока, мясо заливают рассолом необходимой крепости:

- для крепкого посола используется 24-28%-ный раствор соли;
- для среднего – 18-20%-ный;
- для слабого – 14-16%-ный.

Срок готовности солонины 12-20 дней.

Смешанный посол самый распространенный, т.к. обладает рядом преимуществ:

- У солонины хороший товарный вид.
- Солонина имеет умеренную соленость (9-10% соли).
- Потери питательных веществ небольшие.
- Высокая стойкость при хранении.

При всех способах посола для равномерного просаливания мясо и мясопродукты перекалывают каждые 5 суток с таким расчетом, чтобы верхние ряды очутились внизу, а нижние - наверху.

### **Инъектирование (шприцевание)**

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 окороке и плечевую в лопатке по специальным схемам с помощью полый иглы наружным диаметром 3-4 мм, внутренним 2 мм и длиной 50-60 мм, имеющей центральное отверстие в торце. Рассол вводят под давлением  $2-3 \cdot 10^5$  Па в количестве от 6 до 16% к массе сырья.

Продолжительность введения рассола при каждом уколе 2-4 сек. О завершении процесса шприцевания судят по появлению из вены чистого рассола. 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.

Посол шприцеванием в мышечную ткань производят с помощью латунных или никелированных пустотелых перфорированных игл длиной 150-160 мм, внутренним диаметром - 1,5 мм, 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 мышечную ткань с помощью игл приводит к образованию зоны первоначального накопления («объемных центров диффузии»), формы и размеры которой зависят от параметров шприцевания, а также от состояния ткани перед шприцеванием. В момент инъектирования рассола в мясо посолочные вещества распределяются за счет фильтрации через систему микро- и макрокапилляров, последующее их проникновение осуществляется по закону конвективной диффузии. Чем больше зоны первоначального проникновения рассола, тем меньше времени необходимо для достижения равномерности распределения посолочных веществ по объему сырья. Инъекция рассола в ткань значительно сокращает продолжительность посола, способствует лучшему поглощению рассола мясом, уменьшает потери белковых и других растворимых веществ, повышает выход продукции.

Многоигольное 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 массажем и тумблированием удерживать весь рассол [3].

Важной характеристикой обрабатываемого сырья является его проницаемость для шприцуемого рассола. Увеличение проницаемости сырья для рассола может быть также достигнуто за счет:

- применения механической (ножевой, игольной) тендеризации и/или массажа мяса перед шприцеванием;
- разрыхления структуры путем введения в него газов одновременно (или параллельно) с рассолами;
- применения электромассажа, то есть обработки кусков парного сырья, нашприцованного рассолом, импульсным электрическим током (напряжение 220 В, частота - 50 Гц) со скважностью 0,4-0,6 с в течение 8-20 минут, что приводит к существенным изменениям структуры мяса, перераспределению компонентов рассола, ускорению биохимических процессов;

- обработки сырья протеолитическими ферментами.

Промышленные шприцы - инъекторы также разделяют на:

- ручные, механизированные, автоматизированные;
- одно- и многоигольчатые;
- с жестким или телескопическим креплением игл.

При этом в процессе шприцевания сырье может находиться в свободном или зафиксированном (прижатом) состоянии, при атмосферном давлении либо в условиях вакуума; введение рассола производится в мясо с одной стороны, либо одновременно сверху и снизу; при обычном (около 0,1 МПа), либо повышенном (более 0,3 МПа) давлении [4].

Физико-химические изменения, происходящие в мясе в процессе посола, влияют на растворимость белков, степень их гидратации, изменяя тем самым ВУС и структурно-механические свойства. Известно, что основные посолочные ингредиенты воздействуют на мышечные белки двояким образом. С одной стороны, под влиянием хлорида и нитрита натрия изменяются гидратационные свойства белков и их растворимость, с другой – развиваются процессы цветообразования, связанные с накоплением нитрозопигментов. Анализ публикаций показал, что характер изменения белковых веществ под действием хлорида натрия определяется способом посола, применяемыми методами интенсивной обработки сырья в процессе посола, качественными особенностями исходного мяса. Проникая в мышечную ткань, ионы  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$  активно присоединяются к функциональным группам белковых макромолекул и притягивают дополнительное количество диполей воды, и растворимость мышечных белков увеличивается. Преимущественное присоединение ионов  $\text{Cl}^-$  к положительно заряженным центрам смещает изоэлектрическую точку белков в кислую сторону, повышая тем самым их ВСС. Кроме того, хлорид натрия способен частично предотвращать ассоциированное взаимодействие между белками, характерное для начального периода автолиза мяса, за счет блокирования активных центров, что также способствует повышению ВУС мяса.

Консервирующее действие поваренной соли обеспечивается созданием высокого осмотического давления, которое вызывает обезвоживание тканей продукта, обезвоживание и плазмолиз микробных клеток, в результате чего нормальная жизнедеятельность многих микроорганизмов невозможна. Они переходят в анабиотическое состояние, а иногда гибнут.

Процесс посола основан на физическом законе диффузии. При соприкосновении мяса с раствором поваренной соли возникает обменная диффузия. При посоле мяса наблюдаются явление диффузии.

Соль благодаря своей гигроскопичности, приходя в соприкосновение с мясом, поглощает влагу из него, образуя рассол. Диффузия рассола через полупроницаемую перепонку и клеточную оболочку мяса (мембрану) протекает по закону осмотического давления. При возрастании температуры осмотическое давление увеличивается. Поэтому при более крепком посоле мяса и при более высокой температуре процесс просаливания мяса будет протекать быстрее.

Осмотическое давление рассола больше осмотического давления клеточного сока мяса, что ведет к выделению воды из клеток и переходу её в рассол.

Процесс диффузии рассола протекает до момента установления равновесия жидкостей (рассола и составных частей мяса) и достижения необходимого равенства давления во всех своих частях (закон Паскаля). Поваренная соль обладает в основном бактериостатическим, а не бактерицидным действием. Поэтому многие микроорганизмы, неспособные размножаться при высоких концентрациях хлористого натрия, сохраняют свою жизнеспособность в условиях посола продолжительное время.

Выживают некоторые патогенные бактерии, попадающие в рассол при посоле мяса больных животных. Например, листерии выживают в 24%-ных рассолах более года, сальмонеллы – несколько месяцев, бруцеллы сохраняют свою жизнеспособность при посоле до 2 месяцев. Следовательно, посол не является надежным способом обезвреживания мяса больных животных.

Для посола необходимо использовать только мясо свежее, доброкачественное, полученное от здоровых животных. Поскольку значительная часть микроорганизмов, содержащихся в рассоле, способна размножаться при высоких концентрациях поваренной соли, посол должен проводиться при пониженной температуре (не выше 3–5 °С), которая является одним из факторов, обеспечивающих подавление жизнедеятельности этих микроорганизмов.

Если для посола использовать высокие концентрации поваренной соли, мясо становится несъедобным даже после длительного вымачивания, кроме того, при этом наблюдается усиленное развитие солеустойчивой микрофлоры. Следовательно, соль надо применять в умеренном количестве.

Процесс получения продукта, с хорошо выраженными органолептическими свойствами, связан с жизнедеятельностью микроорганизмов, и в частности с молочнокислыми бактериями и микрококками. В результате их жизнедеятельности накапливаются и изменяются карбонильные соединения (ацетон, диацетил), летучие жирные кислоты, спирты, аминокислоты и другие метаболиты, играющие определённую роль в образовании специфического аромата и вкуса, а также в улучшении цвета продукта.

Широкое распространение получил агрегат, в состав которого входит волчок, дозаторы сухих посолочных веществ или их растворов и мешалка периодического или непрерывного действия. В случае применения рассола он может подаваться непосредственно в область режущего механизма волчка в шнековый смеситель, устанавливаемый на выходе из волчка, или в мешалку [2].

Увеличение размеров кусков мяса замедляет процесс распределения посолочных ингредиентов и соответственно повышает сроки выдержки мяса в посоле (при 2–4 °С). Например, при степени измельчения 2–3 мм выдержка вареных колбас составляет 6–12 часов, а 16–25 мм – 24 часа.

Ещё один способ интенсификации – шприцевание. Для ускорения проникновения и распределения соли часть рассола вводят в толщу мяса этим методом. Шприцуют рассол 5–10 уколами в толщу мышц. Этот способ гигиеничен, экономичен во времени, обеспечивает равномерное

распределение соли и сохранение качества продукта. Раствор для шприцевания готовят более высокой концентрации, чтобы не вводить в мясо с солью много воды [2].

Существует также струйный (безыгольный) способ инъектирования. Он осуществляется интенсивным гидромеханическим струйным воздействием на мякотную ткань. Струйный метод ускоряет не только посол, но и созревание мяса. Процесс гидромеханического воздействия заключается в «пробивании» мышечной ткани на некоторую глубину высокоскоростной струей жидкости, приобретающей свойства иглы [1].

Этот способ инъектирования рассолов применим как для бескостных, так и костных мясopодуктов. Результаты исследований свидетельствуют о проникновении струи не только в межволоконное пространство, как при шприцевании, но и во внутрь мышечного волокна. Такой характер распределения рассола способствует увеличению выхода готовой продукции на 2–2,5 %. Увеличение проницаемости сырья для рассола может быть также достигнуто за счет применения механической (ножевой, игольной) тендеризации и/или массирования мяса перед шприцеванием; разрыхления структуры сырья путем введения в него газов одновременно (или параллельно) с рассолами; применения электромассирования, т.е. обработки кусков парного сырья, нашприцованного рассолом, импульсным электрическим током со скважностью 0,4–0,6 с в течение 8–20 мин.

Всё это приводит к существенным изменениям структуры мяса, перераспределению компонентов рассола, ускорению биохимических процессов. Последовательное использование электрического и механического массирования в значительной степени ускоряет процесс созревания: величина рН у сырья в итоге достигает уровня 5,6–5,7 через 4 часа обработки, в то время как при традиционных условиях посола – через 12–18 часов [1]. Успешность посола мяса и мясных фабрикатов требует учёта 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 [7].

### ***Биохимические и микробиологические процессы при посоле мяса***

Степень развития этих процессов находится в зависимости от концентрации соли и длительности посола. В этой связи различают кратковременный и длительный посол (продолжительностью от нескольких суток, до нескольких недель). Кратковременный посол применяют при производстве вареных колбасных изделий, длительный — при выработке цельномышечных изделий из свинины, говядины и баранины, а также копченых и сырокопченых колбас.

Введение соли в мясное сырье в первую очередь вызывает изменение физико-химического состояния белков, обуславливающих их основные ФТС, и качество готового продукта.

Гидратация белков мяса при посоле возрастает вследствие взаимодействия ионов NaCl с полярными группами белков. В значительном увеличении гидратации белков при посоле важная роль принадлежит ионам хлора, так как они разрывают связи между пептидными цепочками.

Адсорбция белковыми веществами ионов хлора снижает изоэлектрическую точку белков и повышает значение рН среды на 0,2-0,3 в нейтральную сторону, что увеличивает число полярных групп белков мяса и количество связанных с ними молекул воды.

Чем больше интервал между рН среды и изоэлектрической точкой белков мяса, тем больше количество гидрофильных групп и соответственно выше ВСС.

**Зависимость скорости процесса просаливания от концентрации раствора и его температуры.** Чем крепче рассол и чем выше его температура, тем быстрее идет процесс просаливания. Несмотря на то что по мере накопления соли стойкость мяса повышается, и развитие бактерий замедляется, следует помнить, что сохранить мясо от порчи посолом можно только при определенной температуре. С повышением температуры мяса или окружающей среды выше 4°C возможно быстрое развитие бактерий, которое приводит к порче мяса. Понижение температуры ниже 2°C замедляет процесс посола мяса, вследствие чего возможно недостаточное и неравномерное просаливание. Поэтому солить мясо нужно при температуре от 2 до 4°C.

Селитра, применяемая при посоле мяса, – источник образования нитрита. Взаимодействие нитрита с красящим белком мяса – миоглобином обеспечивает сохранение розовой окраски мяса, устойчивой при варке. При повышении температуры посола нитриты могут восстанавливаться до газообразного азота. Продукт теряет окраску, и мышечная ткань становится дряблой, а в колбасных изделиях наблюдается пористость. Глюкоза при повышении температуры рассола может способствовать развитию брожения в нем. Вместе с тем необходимо отметить, что мясопродукты, посоленные без сахара, обладают более жестким вкусом, так что применение сахара способствует улучшению вкуса мяса.[9]

Кратковременный посол заранее измельченного сырья в результате изменения состояния белков обеспечивает повышение водосвязующей способности мяса, его липкости и пластичности, с которыми связаны сочность, консистенция и выход колбасных изделий.

При посоле мяса количество вводимой соли ограничивают 2~2,5%, что связано с оптимальными вкусовыми характеристиками вареных колбас. Вместе с тем введение 2-2,5%-ного хлорида натрия создаёт в тканевой жидкости концентрацию, близкую к оптимуму растворимости белков актомиозиновой фракции, что вызывает увеличение их гидратации и повышает количество адсорбционно-связанной влаги. Увеличение

прочносвязанной влаги обуславливает повышение выходов, так как продукт при последующей термической обработке лучше удерживает влагу.

При накоплении хлорида натрия в тканевой жидкости также растет осмотическое давление и происходит обводнение сырья. Эта часть влаги отделится при тепловой обработке.

Для изменения состояния белков требуется не менее 8-10 часов при температуре 0°C.

Повышение температуры может ускорить диффузию, однако такой путь неприемлем, потому что температурный оптимум экстракции солерастворимых белков находится в диапазоне от 0 до 2°C. Кроме того, при температуре выше 10°C начинают интенсивно развиваться микроорганизмы, вызывающие порчу мяса.

Особый характер приобретает влияние соли при использовании парного мяса. Учитывая, что парное мясо имеет наиболее высокое значение рН и соответственно наиболее высокую ВСС, нет необходимости выдерживать его в посоле при производстве вареных колбас. Посол используют для стабилизации имеющегося уровня ВСС, так как этот показатель через 4 ч после убоя существенно снижается. При введении хлорида натрия в парное мясо ионы электролита, связываясь с актином и миозином, предотвращают образование актомиозинового комплекса. Одновременно ионы натрия и хлора подавляют АТФ-азную активность миозина.

Таким образом, соль задерживает развитие посмертного окоченения. Посол парного мяса одновременно с куттерованием позволяет сохранить его способность связывать влагу на таком высоком уровне, что им можно пользоваться как добавкой к мясу с низкой способностью к гидратации.

Продукты больших размеров с неразрушенной структурой всегда требуют большей концентрации соли и длительности посола. Если при непродолжительном посоле мясного фарша белки мяса претерпевают частичные денатурационные изменения в результате фрагментарных разрывов связей между пептидными цепями белков, то длительное воздействие соли вызывает более глубокую денатурацию некоторых белков и снижение их растворимости. При концентрации соли выше растворяющей, около 75% солерастворимых белков переходят в нерастворимое состояние в прямой зависимости от концентрации рассола.

Величина потерь белков, преимущественно альбуминов и глобулинов, вырастает при увеличении концентрации рассола, затем снижается в результате денатурации и коагуляции белков. Противоположно направленный процесс набухания и соответственно увеличения массы соленого мяса обусловлен осмотическими явлениями. При любой концентрации рассола в начале процесса происходит обезвоживание, а затем обводнение мяса как следствие повышения растворимости белков. Набухание в числе многих факторов зависит от концентрации рассола и длительности посола (рис. 23).

Самое сильное набухание достигается при использовании рассола, который содержит от 8 до 10% соли; при концентрации хлорида натрия выше 22% набухание резко снижается.

Волокна коллагена под действием соли обезвоживаются и становятся жесткими, но при длительном посоле (на 20-е сутки) набухают в результате диффузии не только ионов соли, но и молекул воды. Молекулы воды встраиваются между пептидными цепочками белковых молекул, изменяя их структуру. Важную роль в процессе набухания и последующего удержания влаги соленым мясом играет величина рН. Отклонение рН среды при длительном посоле в щелочную сторону происходит под действием микрофлоры, вызывающей распад белков с накоплением продуктов основного характера.

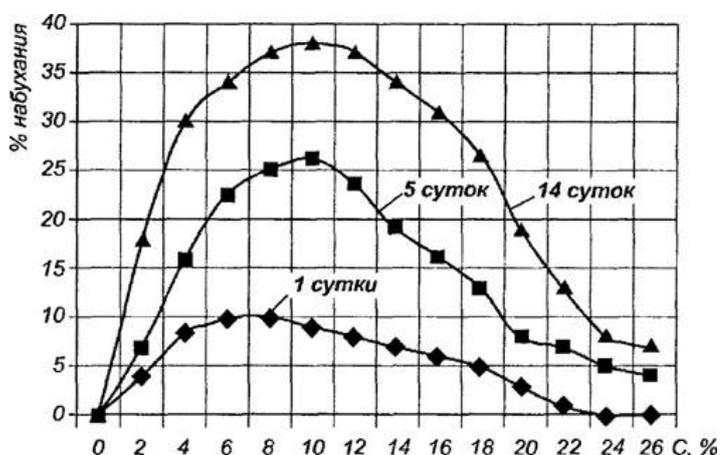


Рис. 23. Влияние концентрации рассола на способность мяса к набуханию

Добавление в рассолы полифосфатов позволяет увеличить рН примерно на 0,2-0,3 единицы, а также способствует переходу миозина в растворимое состояние. Гидролитический распад белковых веществ и набухание соленого мяса улучшают его консистенцию, сочность и нежность готовых изделий[6].

Важный вклад в процессы массообмена вносит непрерывающаяся деятельность тканевых ферментов. Некоторая часть белковых веществ мяса подвергается гидролитическому распаду, что приводит к разрыхлению мяса. При посоле в условиях механических воздействий количество связанной влаги возрастает более интенсивно.

Обезвоживание мяса при сухом посоле дает возможность использовать этот эффект при производстве соленых продуктов длительного хранения. Посол рассолами невысокой концентрации соли позволяет получать изделия с высоким содержанием влаги и повышенным выходом. Следует отметить, что хлорид натрия не только влияет на белки мяса, но и на активность протеолитических ферментов мышечной ткани. При концентрации соли в сырье 5% активность катепсинов снижается вдвое, ингибируя, таким образом, процесс созревания. Аналогичным эффектом обладает и нитрит натрия. Это необходимо учитывать при посоле мяса на разных стадиях автолиза.

**Образование вкуса и аромата.** Вкус и аромат соленых продуктов существенно отличается от несоленых, что обусловлено комплексом изменений белковых, экстрактивных веществ и липидов.

Специфический вкус и аромат при длительном посоле свиного мяса получил название «ветчинность». Он проявляется через 7-12 суток и усиливается с течением времени посола.

Появление характерных ветчинных свойств вызвано гидролизом белков и липидов под действием тканевых ферментов и ферментов, продуцируемых микроорганизмами в присутствии хлористого натрия.

Роль тканевых ферментов особенно вырастает при сильном посоле. В мясе, жире, а также железах имеется значительное количество ферментов, действие которых обусловлено солью.

Присутствие в мясе галофильных микроорганизмов превращает свинину в ветчину.

Наличие нитрита натрия, который взаимодействует с водорастворимыми белками мяса, также является обязательным условием формирования свойств изделий посола. При использовании интенсифицированных способов посола не предусмотрена длительная выдержка сырья, обеспечивающая образование вкусоароматических свойств. Однако при механической обработке происходят значительные разрушения лизосомальных мембран, выход ферментов в саркоплазму, повышение их активности, деструкция миофибриллярных структур мышечных волокон.

## **Использование ферментативных препаратов**

Ферментативные препараты – лекарственные формы ферментов, применяемые для лечения заболеваний. Активность ферментов определяется биологическим методом и выражается в единицах действия. В медицине наиболее широко применяют ферменты следующего происхождения:

- 1) животного (трипсин, химотрипсин, пепсин, гиалуронидаза);
- 2) растительного (папаин, фицин, бромелаин);
- 3) микробиологического (кlostридилпептидаза, стрептокиназа).

**Свойства ферментативного протеолиза.** Увеличение объёма потребления на мировом рынке протеолитических ферментов обусловлено тем, что большинство технологических процессов в пищевой промышленности связано с протеолизом (расщеплением) белков, а протеолитические ферменты способны расщеплять их до полипептидов, пептидов и отдельных аминокислот.

Протеолитические ферменты обладают следующими достоинствами перед химической и физической обработкой пищевого сырья:

- 1) уникальная специфичность действия, предотвращающая нежелательные побочные реакции;
- 2) реализуемость в мягких условиях обработки, позволяющих избежать применения в технологии экстремальных температур и концентраций;
- 3) высокая каталитическая активность;

4) простота инактивации при термообработке продуктов.

Это способствует также экономии энергии, потребляемой при химической и физической обработке пищевого сырья. В то же время протеолитические ферменты обладают некоторыми недостатками. Например, большинство протеаз малоактивны при значениях рН, температур и концентраций субстратов, применяемых обычно в мясной промышленности. Протеазы практически невозможно использовать повторно вследствие их трудности отделения от субстрата.

В нашей стране исследования по использованию ферментов в мясной промышленности, начатые в середине 1960-х г., были направлены на увеличение выхода высокосортного мяса и повышение его технологических свойств. Классическая теория созревания мяса стала основополагающей теорией для использования ферментов в отрасли. В частности такими советскими учёными И.А. Смородинцевым, А.А. Соколовым, В.И. Соловьёвым, В.И. Пальминым было установлено, что автолитические превращения тканей после убоя животного обусловлены распадом биохимических систем под воздействием собственных ферментов. При этом развитие автолитических процессов не сглаживает различия прочностных свойств мяса разных частей туши, особенно содержащих много соединительной ткани. Эти различия можно уменьшить методом обработки более жёстких частей туши протеолитическими ферментами, изменяющими в основном соединительную ткань, что даёт возможность использовать более низкосортное мясо для изготовления кулинарных изделий и полуфабрикатов.

Возможность использования ферментов при изготовлении солёных продуктов из мяса изучена многими советскими учёными: А.С. Большаковым, В.Г. Боресковым, Л.С. Кудряшовым. Ими предложено с целью ускорения выхода катепсинов из клеточных органелл мышечной ткани в процессе посола использовать электрические и механические воздействия на сырьё, усиливающие гидролитическое действие внутритканевых ферментов. Это приводит к более интенсивному накоплению свободных аминокислот и ускорению процесса созревания при производстве солёных мясных изделий.

Направленное изменение исходных свойств сырья с помощью ферментативной обработки наиболее перспективно в колбасном производстве при уменьшенных сроках посола и использовании сырья с большим содержанием соединительной ткани. При этом максимально эффективно дополнительное внесение в сырьё ферментативных препаратов.

Ферменты и ферментативные препараты, предназначенные для размягчения мяса, должны обладать следующими свойствами:

- 1) вызывать необходимые изменения соединительной ткани;
- 2) иметь высокий температурный оптимум действия, сохраняя при этом частичную способность к изменению ткани во время тепловой обработки мяса;
- 3) с максимальной активностью действовать в слабокислой или нейтральной среде;

4) быть безвредными для человека.

Применяемые в процессах переработки мяса протеолитические ферменты относятся к классу гидролаз. Они распадаются на экзопептидазы и эндопептидазы. В основе механизма воздействия ферментативных препаратов лежит их способность изменять все четыре структуры белков и тем самым влиять на консистенцию, вкус и аромат готового продукта.

**Ферментативные препараты животного происхождения.** Сложный набор гидролитических ферментов, в том числе протеаз, содержится в таких внутренних органах, как:

- 1) секрет поджелудочной железы;
- 2) слизистые оболочки сычугов, желудков, кишечного тракта.

Практически все животные протеазы синтезируются тканями в виде зимогенов и превращаются в активные ферменты уже в самих секретах. Сегодня эти ферменты получены в кристаллическом виде и достаточно разработаны на практике. Трипсин, пепсин пищевой свиной или говяжий используются в мясной промышленности. Но трипсин нигде не нашёл практического применения вследствие его преимущественного воздействия на мышечные белки. Животные ферменты для различных целей получают из собираемого на мясокомбинатах сырья, среди которого наибольшим интересом пользуются поджелудочная железа и слизистая оболочка желудков и сычугов свиней и КРС. Эти органы секретируют внеклеточные ферменты, из которых получают кристаллические медицинские и технические препараты таких ферментов, как:

- 1) пепсин;
- 2) трипсин;
- 3) химотрипсин;
- 4) панкреатин;
- 5) коллагеназа;
- 6) эластаза.

В технологии переработки мяса немаловажную роль играют внутриклеточные протеолитические ферменты, называемые катепсинами, локализованные в лизосомах.

**Трипсин.** Кристаллический трипсин впервые получил Дж. Х. Нортроп в 1931 году методом насыщения раствора белка коммерческого препарата трипсина. Трипсин характеризуется следующими свойствами:

- 1) оптимум активности в интервале рН от 7,0 до 9,0 при температуре 50°C;
- 2) относительная молекулярная масса бычьего трипсина 23800;
- 3) первичная структура бычьего трипсина состоит из 223 аминокислотных остатков, соединённых пептидными связями;
- 4) изоэлектрическая точка соответствует рН 10,4-10,8;
- 5) гидролизует связи, в которых карбоксильные группы принадлежат основным аминокислотам;
- 6) не способен гидролизовать эластин и коллаген. Он используется, в основном, для обработки сырья, имеющего грубую структуру мышечных волокон.

**Пепсин** – это фермент слизистой оболочки желудков свиней и сычугов КРС, расщепляющий белки в кислой среде до стадии пептидов. Его впервые получил Дж. Х. Нортроп в 1929-1930 гг. Препараты кристаллического пепсина не отличаются высокой степенью однородности, что связано с наличием в слизистой желудка нескольких форм пепсиногена и с самоперевариванием фермента. Пепсин характеризуется следующими свойствами:

- 1) относительная молекулярная масса пепсина равна 32700;
- 2) молекула пепсина имеет 321 аминокислотный остаток;
- 3) характерная особенность аминокислотного состава пепсина – подавляющее преобладание дикарбоновых аминокислот над основными аминокислотами;
- 4) изоэлектрическая точка пепсина лежит около рН 1,0;
- 5) гидролизует белки и пептиды, но гораздо медленнее, чем другие протеазы.

Особым интересом пользуются исследования, связанные с применением ферментативных препаратов из дешёвого и доступного сырья с регулируемой скоростью протеолиза, не имеющих посторонних запахов и привкуса. Возможность же использования пепсина в качестве размягчителя жёсткого мяса из-за наличия характерного для него экстремума протеолитической активности (максимально его протеолитическая активность проявляется при рН 1,5-2,5) ранее не рассматривалась вообще. Н.П. Козаченко установила, что пепсин имеет второй экстремум протеолитической активности в диапазоне рН 5,6-5,9. Она доказала, что в результате действия пепсина наблюдается выраженная тендеризация (размягчение) мяса, в результате чего происходит повышение скорости и равномерности фильтрационно-диффузионного распределения посолочных веществ по объёму мяса в процессе его посола.

Положительным фактором действия пепсина является способность инактивировать водородные и дисульфидные связи между полипептидными цепями. При значении рН 4,5 заметно увеличивается протеолитическая активность пепсина в некоторых типах субстратов. Исследования по применению для тендеризации говядины различных ферментных смесей, одна из которых содержит в составе пепсин, показали получение наилучшего эффекта при совместном использовании панкреатина и пепсина.

**Коллагеназа** – фермент, секретируемый в растущих или подвергающихся метаморфозу тканях амфибий и млекопитающих.

Впервые коллагенолитическая активность коллагеназы была выявлена в хвостовом плавнике головастика в период метаморфоза. Для определения этой активности маленькие кусочки хвостового плавника в период метаморфоза культивировали на слое коллагеновых волокон. Спустя несколько часов на непрозрачном фоне фиксировали прозрачные зоны, что указывало на высокую активность коллагеназы.

Коллагеназа головастика имеет весьма высокую специфичность. Этот фермент расщепляет тропоколлаген, делая срез через все три цепи в

единственном месте – вблизи аминокислотного остатка 750 в последовательности из 1000 остатков. Два фрагмента, составляющие соответственно 25% и 75% исходной цепи, при температуре тела становятся доступными действию других протеолитических ферментов.

Кроме того, коллагеназа выделена из поджелудочной железы млекопитающих, имеющей специфичность к гидролизу коллагена. Степень гидролиза коллагена колеблется в пределах 75,0-87,5%.

Коллагеназно-эластазный комплекс получают на мясокомбинатах из экстрактов поджелудочной железы КРС, но из-за ограниченности использования препарат выпускают лишь для применения в медицине. На практике для обработки белковых субстратов с высокой массовой долей соединительно-тканых компонентов, применяют следующие ферменты:

- 1) пепсин;
- 2) трипсин;
- 3) химотрипсин;
- 4) комплекс ферментов поджелудочной железы.

**Катепсины** – тканевые ферменты, локализованные в лизосомах мышечного волокна. При посоле и созревании мяса они являются незаменимыми, но при обработке мясного сырья не используются. Но закономерности их воздействия на белки мышечной ткани имеют большое значение на практике и должны учитываться при дополнительном внесении тех или иных ферментов. При разработке новых ферментативных препаратов свойства катепсинов принимают за образец для сравнения.

**Катепсин А** – лизосомальная карбоксипептидаза, проявляет наибольшую активность по отношению к пептидам при рН около 5,6-6,9, не способен гидролизовать крупные молекулы белка, однако проявляет синергизм с действием катепсина D на белки мышц. Отличительной чертой катепсина А является способность гидролизовать синтетический субстрат карбобензоксиглутамил-L-тирозин.

**Катепсин В<sub>1</sub>** является тиоловой эндопептидазой и активируется SH-соединениями, имеет оптимум активности при рН 6,0, проявляет более высокую, по сравнению с коллагеназой, способность к гидролизу коллагена в кислой среде и напоминает папаинтиоловую протеиназу растительного происхождения, широко используемую для размягчения мяса.

**Катепсин В<sub>2</sub>** – относительно неспецифическая карбоксипептидаза, активируемая сульфгидрильными соединениями; гидролизует полипептиды до свободных аминокислот с оптимумом рН 5,5-5,6. Катепсин В<sub>2</sub> осуществляет глубокий гидролиз полипептидных фрагментов, образующихся в результате действия эндопептидаз.

**Катепсин С** является типичной тиоловой экзопептидазой, которая расщепляет пептиды и их производные с оптимумом рН 5,0-6,0. Являясь своеобразной аминопептидазой, принимает участие в деградации белка в комплексе с другими катепсинами, или выполняет функции трансфераз.

**Катепсин D** – карбоксильная эндопептидаза, проявляющая активность при рН 2,8-4,0, расщепляет низкомолекулярные пептиды, имеет сродство к

пептидным связям, образованным гидрофобными боковыми радикалами, и поэтому катепсин D сходен с пепсином – пищеварительным ферментом, выделяемым слизистой оболочкой желудка.

**Катепсин E** отличается от катепсина D субстратной специфичностью, более кислым характером и лабильностью.

**Катепсин H** относится к эндоаминопептидазам, способен гидролизовать белки и пептиды с максимальной активностью при рН 6,0. Функции катепсина H включают, как правило: протеазную активность, процессинг гидрофобного сурфактант-ассоциированного белка С, расщепление фибронектина и фибриногена. Более конкретно, он участвует в качестве лизосомальной цистеинпротеазы во внутриклеточной деградации белка. Катепсин H участвует в процессинге гидрофобного сурфактант-ассоциированного белка С.

**Катепсин L** – тиоловая эндопептидаза, присутствует в лизосомальной фракции, гидролизует различные белки с максимальной активностью при рН 5,0.

**Влияние химических факторов на активность катепсинов мяса.** Для придания необходимых технологических свойств сырью и получения продуктов со свойственными им качественными показателями, применяют многокомпонентные рассолы, содержащие активаторы тканевых ферментов. Для этого подвергают обработке поваренную соль с последующим созреванием в посоле. Известно, что хлорид натрия воздействует на белки мяса и повышает их ВСС. Также он заметно влияет на снижение активности протеолитических ферментов мышечной ткани. При введении в свиную мышцу посолочных ингредиентов, по мере проникновения ионов солей в толщу ткани, происходит ингибирование протеолитических ферментов. С увеличением скорости проникновения увеличивается процесс ингибирования.

Исследуя влияние фосфатов на активность катепсинов, учёные пришли к выводу об усилении фосфатами действия катепсина D, улучшая при этом структурные свойства мяса.

**Влияние электрических и механических факторов на активность катепсинов мяса при посоле.** Инъекция рассола в исходное мясное сырьё значительно уменьшает продолжительность посола и потери белковых и других растворимых веществ мяса, но в то же время увеличивает выход продукции после термообработки. При посоле баранины путём струйной инъекции и массажа, мясо имеет более высокую ВСС и пластичность, и более низкое напряжение среза. Это происходит за счёт ускорения процесса распределения посолочных веществ в ходе тендеризации, перемещения тканевых ферментов в межклеточное пространство и активизации их действия.

В результате электрических и механических воздействий при посоле мяса увеличивается активность тканевых протеаз. После электрического массажа предварительно шприцовой рассолом парной мышечной ткани, активность катепсина D увеличивается более чем вдвое по отношению

к несоленому мясу. Электрические воздействия влекут за собой разрушение липопротеидных мембран и выходу ферментов из мест их локализации. После последующей циклической механической обработки в течение 12 ч, активность ферментов снижается за счёт накопления и увеличения концентрации ингибитора и вследствие денатурации части фермента при интенсивных механических воздействиях. Однако активность катепсинов в солёном сырье остается выше на 35% по сравнению с исходным сырьём.

Наиболее перспективным источником получения различных протеаз являются микроорганизмы, по ряду существенных преимуществ, связанных с неограниченностью источников, возможностью широкого варьирования свойствами и методами селекции, генетической инженерии и подбором условий биосинтеза; широким спектром ферментных комплексов и глубиной воздействия на различные субстраты, а также простотой и относительно низкой стоимостью технологии.

Вследствие неспособности трипсина и химотрипсина к гидролизу коллагена и эластина эти ферменты используются в основном для обработки сырья, имеющего грубую структуру мышечных волокон. Для обработки многих видов мяса с повышенным содержанием соединительной ткани применяют панкреатин и эластазу.

**Ферментативные препараты растительного происхождения.** Из растений огромным промышленным интересом пользуются:

- 1) плоды дынного дерева;
- 2) побеги и листья инжира;
- 3) отходы переработки ананасов.

Технология получения ферментных препаратов из растительного сырья отработана в странах, где успешно экспортируются препараты соответствующих протеолитических ферментов различной степени чистоты.

Ферменты растительного происхождения оказывают воздействие на волокна соединительной ткани, но не на нативный, а на денатурированный коллаген. Вначале происходит разрушение растительными протеазами мукополисахаридов основного вещества ткани, а затем превращение его волокон в аморфную массу. К наиболее известным ферментам следует отнести такие ферменты, как:

- 1) папаин из дынного дерева;
- 2) фицин из инжира;
- 3) бромелаин из ананасов.

К наименее известным ферментам относятся, в свою очередь, следующие ферменты:

- 4) асклепаин из ваточника;
- 5) мацин из маклюры оранжевой.

Большое число исследований посвящено таким ферментам растительного происхождения, как бромелин и фицин с высоким температурным оптимумом, обладающие коллагеназной и эластазной активностями и влияющие на структуру внутримышечной и соединительной тканей. Они воздействуют на внутриклеточные белки мышечного волокна,

особенно на актомиозин. Получаемый из сока плодов дынного дерева папаин – светло-жёлтый порошок, хорошо растворимый в воде и активный при рН 5-7 (при естественных для мясного сырья значениях), устойчив к нагреву до 70°C; при 80...85°C происходит его инактивация. Он наиболее активен по отношению к актомиозину, несмотря на то что при 60°C хорошо гидролизуются коллаген и эластин. Протеаза из плодов ананаса – бромелин – имеет высокий температурный оптимум и проявляет высокую коллагеназную и эластазную активности на объектах, подвергнутых денатурации. Получаемый из сока стеблей и листьев дынного дерева фицин с оптимумом действия при рН 7,0 и температуре 60...65°C, в свою очередь, при пониженных температурах оказывает сильное гидролитическое действие на мышечную ткань. Он хорошо расщепляет денатурированные коллаген и эластин. Все эти ферменты используются для размягчения жёсткого мяса и ускорения процесса созревания.

**Папаин** – гетерогенная система протеаз, отличающихся молекулярной массой и изоэлектрической точкой. Он имеет оптимум действия при рН 5-7 и температуре 60-70°C, инактивируется при 80-85°C, наибольшую активность проявляет в отношении актомиозина. При температуре 60°C хорошо гидролизует коллаген и эластин. На нативный коллаген практически не оказывает никакого воздействия.

Кристаллы папаина получают из латекса дынного дерева. Папаин, несколько раз подвергнутый перекристаллизации, ведёт себя при электрофорезе как однородное вещество основного характера с изоэлектрической точкой около рН=9. Относительная молекулярная масса папаина равна 20700.

**Фицин** – протеолитический фермент, выделенный из многих частей тропических растений рода *Ficus*. Это протеаза типа папаина, проявляющая активность в широком спектре рН, температурный оптимум активности находится в пределах 60-65°C, инактивируется при 80°C. Воздействует на мышечную и соединительную ткань. Существуют данные о способности фицина гидролизовать нативный коллаген, несмотря на то что активность его по отношению к этому субстрату заметно слабее и хорошо проявляется при рН 3,0, резко возрастая при температуре выше 60°C.

Кристаллы фицина и папаина различаются по форме. Подобно папаину, в катализе участвует цистеин. Кроме того, структура молекулы фицина несколько аналогична структуре папаина. Относительная молекулярная масса фицина колеблется в пределах от 25000 до 26000.

Фицин – единственный представитель группы растительных протеаз, способный подвергать гидролизу нативный коллаген. Наряду с этим он обладает высокой активностью по отношению к мукополисахаридному комплексу внутримышечной соединительной ткани; рН и температура оказывают влияние на активность фицина по отношению к коллагену и эластину.

**Бромелаин** – сложный белок, содержащий прочно связанный углеводный компонент. Его активность повышается в присутствии таких веществ, как:

- 1) цистеин;
- 2) цианид;
- 3) маркаптоэтанол.

Он угнетается веществами, специфически реагирующими с SH-группами.

Бромелаин выделен из плодов ананаса и по своему отношению к ингибиторам и катализаторам близок к папаину. Относительная молекулярная масса бромелаина – около 33000. В молекуле бромелаина содержится 285 аминокислотных остатков, и она представляет собой полипептидную цепь, стабилизированную пятью дисульфидными связями. Кроме белков, бромелаин активно участвует в гидролизе некоторых синтетических пептидов. По способности к гидролизу белков мяса бромелаин напоминает папаин. Бромелаин активен в диапазоне рН от 4,5 до 8,5. Он не способен подвергать гидролизу нативные коллаген и эластин, однако проявляет высокую коллагеназную и эластазную активности при температурах 60°C и выше.

Важно подчеркнуть, что растительные протеазы, подобно животным, не могут полностью удовлетворять потребности в протеолитических ферментах. Вследствие этого будущее принадлежит протеазам микробного происхождения.

**Ферменты микробиологического происхождения.** Многие широко распространённые микроорганизмы секретируют значительные количества протеолитических ферментов в окружающую среду, что приводит к значительному облегчению задачи их выделения и очистки. Возможность управления образованием ферментов за счёт подбора соответствующей питательной среды и условий культивирования позволяет увеличить выход протеолитических ферментов и получать ферментативные препараты с определёнными свойствами. Методы селекции и генной инженерии существенно повышают возможности целенаправленного биосинтеза ферментов. Микроорганизмы способны к выработке ферментов, уникальных по своей субстратной специфичности (например, кератиназы, коллагеназы, эластазы). Большое внимание, уделяемое изучению протеолитических ферментов микроорганизмов, привело к получению множества препаратов бактериальных и грибных протеаз.

Производство протеолитических препаратов организовано на основе микроскопических грибов родов *Aspergillus* и *Rhizopus* при поверхностном культивировании продуцентов и на основе бактерий *Bacillus (subtilis, mesentericus, licheniformis, cereus* и др.).

Семейство субтилиновых протеаз относится к группе сериновых и характеризуется свойствами, близкими к ферментам животного происхождения, проявляя аналогичные действия на мясные белки. Известные стрептококковые протеазы относятся к группе «цистеиновых», к которой принадлежат папаин, фицин и бромелаин.

Наибольшим интересом при обработке мясного сырья пользуются различные коллагеназы. Продуценты этих ферментов были обнаружены среди обширного представительства, на основе некоторых из них разработаны бактериальные препараты протелин и проназа, специфичные к гидролизу тропоколлагена с образованием мономеров. В то же время изучены протеолитические ферменты, полученные из бактерий рода *Bacillus*. Определённый интерес представляют грибные коллагеназы, например, из грибов рода *Aspergillus*. Активное воздействие на коллагенсодержащее сырьё изучено у ферментов, полученных из грибов рода *Penicillium*.

**Экзогенные протеолитические ферменты.** Частично подвергая гидролизу пептидные связи, они способствуют повышению растворимости белков актомиозинового комплекса и увеличению продуктов их расщепления. Внесение ферментных препаратов в сырьё в процессе посола мяса приводит к улучшению консистенции готового продукта и облегчению атакуемости его белков ферментами желудочно-кишечного тракта человека. Ферментативный гидролиз белков мясного сырья сопровождается деструктивными изменениями мышечных волокон и разрыхлением соединительно-тканых прослоек, что способствует улучшению качества готовых продуктов. Эффективность этого процесса зависит от следующих факторов:

- 1) температуры;
- 2) концентрации вводимых растворов;
- 3) рН среды;
- 4) продолжительности воздействия на мясную систему.

При этом может происходить наблюдение различной глубины протеолиза. Поверхностный протеолиз приводит к росту содержания свободных аминокислот и сопровождается некоторым улучшением консистенции мяса при полной сохранности нативной макроструктуры. При глубоком протеолизе мяса, в свою очередь, резко увеличивается количество свободных аминокислот. Мясо сильно размягчается, полностью изменяя свою первоначальную структуру. Учитывая этот факт, можно предположить, что всё более перспективным представляется ферментативная модификация мясного сырья с высоким содержанием соединительной ткани. Сегодня в промышленности широко используют ферментные препараты микробиального происхождения, воздействующие в большей степени на мышечное волокно. Их влияние на компоненты соединительной ткани слабее, но всё же достаточно для достижения необходимой нежности мяса. Продуценты протеолитических ферментов обнаружены среди таких микроорганизмов, как:

- 1) бактерии (*Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*),
- 2) микромицеты (*Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*),
- 3) актиномицеты (*Streptomyces*, *Actinomyces*).

На их основе в нашей стране и за границей создано масштабное производство ферментных препаратов протеолитического действия. Микробные ферменты выделяют из следующих микроорганизмов:

- 1) бактерии рода *Bacillus* (например, мезентерии, продуцируемые *Bacillus mesentericus*, субтилизин - *Bacillus subtilis*);
- 2) плесневые грибы (например, оризин, продуцируемый *Aspergillus orizae*, терризин, флавизин – *Aspergillus flavus* и др.);
- 3) микромицеты родов *Mucor*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*;
- 4) многие актиномицеты.

Наивысшей коллагеназной активностью обладают ферменты, продуцируемые *Clostridium histolyticum*.

Российской промышленностью освоен выпуск ряда ферментативных препаратов эластазного и коллагеназного действия. Особый интерес представляет психрофильный фермент коллагеназа, позволяющий гидролизовать соединительную ткань мясного сырья, благодаря чему возрастает его ВСС, снижается жёсткость, повышаются питательная ценность и выход готового продукта.

Ферментативные препараты выпускают:

- 1) в порошках или растворах;
- 2) в виде смесей с усилителями их действия (например, молочной кислотой);
- 3) в виде смесей с консервантами (спиртом, глицерином);
- 4) в виде смесей с веществами, улучшающими вкус мяса (поваренной солью, сахаром, глютаминатом натрия гидролизатами).

Применение ферментативных препаратов в технологической практике осуществляется разными методами. Инъекции растворов ферментов, вводимые в кровеносную систему за 8-10 мин убой животного, обеспечивают их равномерное распределение по всей туше, сокращают период созревания, улучшают качество сырья. Но в данном случае возникает опасность передозировки и нарушения нормальных функций организма животных. Например, печень животного становится слишком мягкой и непригодной для реализации.

Поверхностная обработка сырья особенно эффективна при предварительном размягчении мяса или при комплексном применении ферментативной и механической обработки (размягчении, накальвании, отбивании, массажировании или тумблировании).

Наиболее простым, эффективным и наиболее распространённым способом введения ферментов в мясное сырьё является метод шприцевания. Концентрация ферментных препаратов в рассоле колеблется в пределах от 0,05 до 0,1%. За рубежом допускается использование протеолитических ферментов в виде водных растворов с концентрацией до 3%.

При ферментации происходит распад углеводов и АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты) с образованием АДФ (аденозиндифосфорной кислоты), а затем и АМФ (аденозинмонофосфорной кислоты). Сегодня убедительно доказана целесообразность использования соединительно-тканых волокон в пищевых рационах не только абсолютно здоровых людей. Однако переработка сырья с большим количеством

соединительной ткани (мясная обрезь, говядина II сорта, конина и т.д.) сопряжена с рядом объективных трудностей следующего характера:

- 1) технологического;
- 2) торгово-сбытового;
- 3) микробиологического.

Всё это в совокупности приводит к большим затратам энергии на стадии приготовления фарша колбас и значительному увеличению продолжительности процесса посола при изготовлении солёных мясных продуктов. На стадии тепловой обработки коллагенсодержащего сырья можно столкнуться с некоторыми трудностями. Повышенная сопротивляемость коллагеновых и эластиновых волокон к термической дезагрегации предопределяет ряд дефектов готовых изделий, связанных с тем, что соединительно-тканые включения в основной среде мышечных волокон воспринимаются как трудно пережёвываемые, инородные, резко нарушающие гомогенность продукта. Более жёсткие режимы нагрева такого сырья, приводящие к размягчению соединительной ткани, вызывают чрезмерный термогидролиз мышечных белковых элементов структуры, что также ухудшает консистенцию продукта. Оба способа затрудняют реализацию готовых мясных изделий. Медико-биологические трудности связаны с возможностью снижения биологической ценности суммарного белка мясопродукта при повышенном содержании в нём соединительной ткани.

Широко распространённый на мясоперерабатывающих предприятиях приём, обеспечивающий снижение «фактора риска» возникновения указанных негативных проявлений при включении в рецептуры мясных изделий сырья с высоким содержанием соединительной ткани, – это его жиловка. Однако подобный приём не приводит к решению проблемы рациональной переработки сырья по причине отделения соединительной ткани и отсутствия вовлечения её в производство. Альтернатива операции жиловки при производстве мясных продуктов из сырья с высоким содержанием соединительной ткани – его биотехнологическая модификация в результате воздействия протеолитических ферментных препаратов, обладающих коллагеназной и эластазной активностями.

В результате ферментативной обработки мясного сырья прочностные характеристики нежилованной мясной говяжьей обреза уменьшаются более чем на 15%. Уменьшение жёсткости мясного сырья с высоким содержанием соединительной ткани, не подвергнутого термообработке, но подвергнутого ферментации пепсином, более чем на 10% происходит именно за счёт тендеризирующего воздействия протеазы на коллаген и эластин. После ферментации нежилованной говяжьей обреза увеличивается её ВСС. Ферментация сырья с высоким содержанием соединительной ткани должна способствовать ускорению диффузионно-фильтрационного распределения посолочных ингредиентов при его посоле. При этом увеличивается равномерность распределения хлорида натрия при обработке сырья протеолитическими ферментами.

Ферменты, применяемые в пищевой технологии для улучшения свойств биологического сырья, повышения качества продукции и снижения затрат на её выработку, в основном, относятся к группам амилаз, оксидаз и протеаз, расщепляющих или деполимеризирующих биополимерные компоненты исходного сырья. В последние годы появилась ферментативная модификация сырья и для формирования заданного вкуса готовых продуктов. Особенно совсем недавно липазы использовали для изменения свойств жиров и масел, но сейчас существует возможность получать различные комбинации вкуса и консистенции готовой продукции за счёт одновременного внесения липаз и протеаз, что способствовало возобновлению интереса к протеолитическим ферментам— протеазам животного, растительного и микробиального происхождения.

Подводя итоги всего вышесказанного, целенаправленное воздействие на сырьё животного и растительного происхождения эндогенных и экзогенных ферментов и ферментативных препаратов позволяет существенно улучшить их пищевую ценность и функционально-технологические свойства, а также приводит к разработке новых видов мясных продуктов, технология которых предусматривает использование ферментированного мясного сырья с повышенным содержанием соединительной ткани. Вследствие этого ферментативные препараты находят всё большее применение для интенсификации производственных процессов и для улучшения качества традиционных продуктов и расширения их ассортимента.