

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**

**Саратовский государственный аграрный университет**  
**имени Н.И. Вавилова**

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОНСЕРВОВ**

**Методические указания по выполнению лабораторных работ**

Направление подготовки  
**19.04.03 Продукты питания животного происхождения**

Профиль подготовки  
**Биотехнология продуктов животного происхождения**

**Саратов 2016**

**Физико-химические процессы при производстве консервов:** методические указания по выполнению лабораторных работ для направления подготовки 19.04.03 Продукты питания животного происхождения/ Сост.: Гиро Т.М.// ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2016. – с.

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Физико-химические процессы при производстве консервов» составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначены для студентов направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения». Методические указания содержат теоретический материал по основным вопросам хранения мяса и мясных продуктов, рассмотрены вопросы микробиологических, биохимических и физико-химических изменений мяса и мясных продуктов при производстве консервов. Методические указания направлены на формирование у студентов знаний об основных закономерностях физико-химических и микробиологических процессов в мясе и мясных продуктах, на применение этих знаний для понимания процессов, происходящих при производстве консервов.

### Введение

В пищевом продукте могут происходить физические, химические, биохимические и микробиологические процессы, отрицательно влияющие на его качество. При этом микробиологическая порча в мясных продуктах превалирует и, по данным профессора Жаринова А.И. пищевые отравления недоброкачественными мясными продуктами, обусловленные этим фактором превышают 90 % от общего количества отравлений.

Микробиологическая порча пищевых продуктов происходит при наличии определённых условий, необходимых для протекания биологических процессов: Наличие возбудителей порчи. Микробиологическая порча пищевого продукта невозможна, если на его поверхности или внутри него отсутствуют микроорганизмы. Наличие доступных для микроорганизмов питательных веществ. Если таковые отсутствуют, то микроорганизмы не могут развиваться.

1. Наличие благоприятных для жизнедеятельности микроорганизмов температуры, активности воды, концентрации кислорода, окислительно-восстановительного потенциала, активной кислотности ( $pH$ ). Если эти условия неблагоприятны, микроорганизмы или не будут развиваться вовсе, или их развитие будет замедленным.

2. Достаточно длительное время хранения пищевого продукта. Если пищевой продукт будет использован до того, как начнётся нежелательный рост микроорганизмов, мероприятия против микробиологической порчи излишни.

О микробиологической порче можно говорить лишь тогда, когда в результате деятельности микроорганизмов качество пищевого продукта ухудшается.

Под порчей пищевого продукта понимают лишь нежелательное изменение его качества. Отсюда следует, что не всякое микробиологическое изменение – порча. Например, сбраживание виноградного сока дрожжами не является порчей, если целью служит получение вина, и является, если требуется сохранить виноградный сок неизменным. Уксус может образовываться при нежелательном прокисании вина, а может целенаправленно получаться из вина с помощью тех же уксуснокислых бактерий; в первом случае налицо порча, а во втором её нет. Напомним также, что микроорганизмы необходимы для получения таких известных продуктов питания, как сырокопченые колбасы, хлеб, сыр, йогурт и т.д. Иногда ответ на вопрос о том, оценивать ли микробиологическое изменение пищевого продукта как ухудшение его качества или нет, зависит от глубины и направления этого изменения. Например, процесс созревания мяса может плавно перейти в его порчу, причём точно определить переходный момент зачастую невозможно. Такая неопределённость может иметь юридические последствия, так как во многих странах существуют запреты на поставку в торговлю испорченных продуктов.

**ТЕМА 1****ОСНОВЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ**

**Цель:** изучить основные виды порчи мяса и мясных продуктов, причины возникновения, влияние факторов на микробиологические и физико-химические процессы в мясе и мясных продуктах.

**1.1 Виды и причины порчи мяса и мясных продуктов**

В мясе и мясных продуктах содержатся основные, необходимые для жизнедеятельности организма человека составные части – белки, жиры и другие липиды, углеводы, минеральные вещества, витамины; эти компоненты представлены в оптимальном количественном соотношении и легко усваиваются.

В мясе и большинстве мясных продуктов содержится значительное количество воды, которая в процентном соотношении превышает содержание других компонентов. Так в говядине содержится до 78 % воды, в вареных колбасах – 60 % и более. Только в сырокопченых колбасах содержание воды несколько меньше или несколько больше, чем содержания жира и белка.

При рассмотрении сроков хранения пищевых продуктов важно понимать, что пищевые продукты — это разнообразные, многокомпонентные, активные системы, в которых одновременно происходит микробиологические, ферментативные и физико-химические реакции. Эти реакции оказывают существенное влияние на вкус, текстуру и срок хранения продукта. Сохранность пищевых продуктов косвенно зависит понимания механизмов этих реакций и успешного ингибирования тех из них, которые в значительной степени обуславливают утрату или ухудшение требуемых характеристик. Иногда приходится осуществлять направленное воздействие на некоторые реакции в сторону полезных изменений. По существу срок хранения пищевого продукта может быть определен как период, в течение которого продукт будет сохранять приемлемый уровень пищевой пригодности с точки зрения безопасности и органолептических свойств. Обычно выделяют следующие ключевые факторы, влияющие на срок хранения пищевого продукта:

- разработку рецептуры;
- технологию производства;
- упаковку;
- условия хранения.

Все эти факторы являются одинаково важными, однако их относительная значимость зависит от конкретного пищевого продукта. Понимание взаимодействий между этими факторами – ключ к правильной оценке срока хранения и его испытаниям. Например, изменение всего лишь одного технологического параметра может привести к нежелательным химическим или физическим изменениям и продукт или потребует изменений в рецептуре или упаковке. С другой стороны, при технологической обработке продукта исходное сырье и рецептурные ингредиенты подвергаются воздействиям, которые ингибируют нежелательные реакции или предотвращают их, поддерживая необходимые физико-химические изменения и придавая пищевому продукту требуемые характеристики. После завершения процесса производства стабильность пищевого продукта и степень сохранения им характерных свойств являются функцией его микроокружения (тип упаковки и условия хранения). Речь идет о газовом составе (кислород, диоксид углерода, инертные газы, этилен и т.д.), относительной влажности, механических нагрузках или напряжениях, освещенности и температуре.

## 1.2 Микробиологические процессы в мясе и мясных продуктах

Порча сырья и пищевых продуктов животного происхождения под влиянием микроорганизмов ведет к изменению их внешнего вида, запаха, консистенции и вкуса. Основной причиной порчи мяса, рыбы, яиц и мяса птиц, а также продуктов, полученных из них, является рост и развитие микроорганизмов: бактерий, дрожжей, плесеней.

Мясо содержит огромное количество микроорганизмов. Количество их в мясных тушах даже при хранении в холоде составляет десятки и сотни тысяч на 1 см<sup>2</sup>.

В таблице 1 приведена микробиологическая характеристика качества мясного сырья, используемого для приготовления фарша колбас. Следует отметить, что требования к мясному сырью СанПиН 2.3.2.1078-01 “Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов”, совпадают с этой оценкой – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) должно составлять не более  $5 \cdot 10^6$  КОЕ/г.

Таблица 1 – Оценка микробиологического качества мясного сырья

| Экспертная оценка | Число микроорганизмов в 1 г |                         |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------|
|                   | Общее                       | Enterobacteriaceae      |
| Хорошо            | <3,16 млн (<log 6,5)        | 100-10000 (log 2-4)     |
| Сомнительно       | 3,16-31,6 (log 6,5-7,5)     | 10000-100000 (log 4-5)  |
| Непремлемо        | > 31,6 (>log 7,5)           | 100000-10 млн (log 5-7) |

Из-за большой опасности обсеменения микроорганизмами микробная порча мяса считается наиболее распространенным видом порчи мяса и мясoproductов. Собственно ферментативный (например, кислое брожение), физический (например, высыхание) и химический вид порчи (например, прогорклость) являются менее значительными.

Главный источник загрязнения мяса при убойе животных – это шкуры животных, режущий инструмент и руки рабочих, воздух и вода. Источником загрязнения также являются внутренние органы животных в случае нарушения их целостности. Порча обычно начинается на разрезанной влажной поверхности мяса и остатках крови.

Говоря об остаточной микрофлоре мясoproductов, необходимо подробно остановиться на так называемой начальной обсемененности мяса микроорганизмами, тем более что она связана с остаточной бактериальной обсемененностью. Получить стерильное мясо невозможно, поэтому начальное содержание микроорганизмов должно быть как можно более низким. Эта начальная обсемененность состоит в основном из бактерий, расщепляющих белок («протеолитических») и жирорасщепляющих («липолитических») бактерий. Однако начальная обсемененность состоит не только из вредных, но и полезных микроорганизмов, которые благодаря их гликолитическому, а также желательному протеолитическому и липолитическому свойствам используют при изготовлении мясoproductов. Доля их в начальной бактериальной обсемененности незначительна. Эта доля тем больше, чем гигиеничнее получение мяса. Пути повышения доли полезных микроорганизмов с помощью добавок в виде стартовых культур уже найдены, их успешно применяют.

При получении мяса оно обсеменяется микроорганизмами двумя путями. Часть микроорганизмов находится в самом животном и обсеменяет мясо еще при жизни животного, так как бактерии по кровеносному руслу заносятся в мускулатуру. Эту бактериальную обсемененность называют первичным количественным содержанием бактерий. Вторичным содержанием бактерий обозначают то количество микроорганизмов, которое образуется сразу после убоя животного и заносится на поверхность мяса из окружающей среды (послеубойное [экзогенное] обсеменение). При соблюдении всех требований и правильном проведении надлежащих профилактических мероприятий по обработке убойного животного и получаемого мяса первичное количественное содержание бактерий будет меньше вторичного.

Существует несколько форм микробиологической порчи мяса.

Гниение вызывается облигатными (такими, как клостридии), а также факультативными анаэробными бактериями, к которым относятся бактерии группы *Proteus*. Эти микроорганизмы являются следствием первичной бактериальной обсемененности. В большинстве случаев их размножению способствует медленное остывание мяса изнутри. В особых случаях можно установить, что в результате газообразного расширения кусок мяса увеличивается в объеме. Из-за нарушения своей структуры мясо приобретает пышную, а затем и «вязкую» консистенцию. Соединительная ткань приобретает зеленоватую окраску, которая зачастую возникает только при доступе воздуха. Запах мяса становится неприятным.

Поверхностное или аэробное гниение встречается значительно чаще, чем внутреннее. При гниении можно наблюдать большое количество бактерий различных видов.

*Психрофильное поверхностное гниение* чаще можно наблюдать при правильном, но длительном хранении охлажденного мяса. Порча вызывается бактериями вида *Pseudomonas*. У мяса наблюдается лоснящаяся поверхность. Оно липкое и частично покрыто слизью. В запахе можно обнаружить оттенки запаха пота, неприятного, сырого, гнилостного.

*Смешанное гниение* представляет собой наиболее распространенную форму поверхностного гниения. Его можно наблюдать у товарного мяса. Запахи с признаками старения и гниения более выражены и обнаруживаются ранее, чем при психрофильном гниении. Поверхность мяса блекнет и теряет свой структурный рисунок. По соединительнотканым тяжам гниение может распространяться в глубину мяса.

*Мезофильное поверхностное гниение* имеет место при грубых нарушениях правил обработки мяса, а зачастую его причиной может быть неисправность холодильных устройств.

### **1.3 Биохимические и физико-химические процессы в мясе и мясных продуктах**

После убоя животного существенно меняются важнейшие свойства мяса. Направление этих изменений характеризуется распадом прижизненных биологических систем, образующих живые ткани. Процессы распада обусловлены прекращением обмена веществ в неживых тканях и переходом обратимых ферментативных биохимических процессов в необратимые. Процессы синтеза прекращаются и основное значение приобретают разрушительная деятельность ферментов.

Происходящие в мясе в послеубойный период биохимические процессы можно разделить на две основные группы: к первой относятся изменения белковых веществ, обуславливающие изменение консистенции (нежности) мяса. Вторую группу процессов составляют изменения экстрактивных веществ, вызывающих образование и накопление продуктов, сообщающих мясу определенный вкус и аромат. Эти две группы процессов взаимосвязаны. Некоторые органические экстрактивные и минеральные вещества оказывают определенное влияние на механические свойства белков мяса. Одновременно изменения экстрактивных веществ связаны не только с распадом углеводов мяса, но с появлением и накоплением продуктов распада белков – свободных аминокислот и прочих.

В результате выдержки в течении определенного времени при низких положительных температурах мясо приходит в состояние зрелости, которое характеризуется более высокими пищевыми достоинствами. Созревшему мясу присущи нежная консистенция и сочность, приятный вкус и аромат.

В зависимости от времени, истекшего от убоя и изменения качественных показателей, автолитические изменения мяса можно условно разделить на три последовательные фазы: посмертное окоченение, созревание и глубокий автолиз.

### **1.4 Основные методы консервирования мяса и мясных продуктов**

Под консервированием продуктов питания понимается совокупность мер, направленных против различных видов порчи. В более узком смысле под

консервированием понимают действия, направленные против микробиологической порчи. Для этого издавна пользуются двумя принципиально отличающимися методами: физическим и химическим.

При консервировании необязательно уничтожать имеющиеся микроорганизмы. Важнее создать условия, в которых они не могли бы испортить пищевой продукт.

Физические методы консервирования заключаются в том, что пищевой продукт подвергают физическому воздействию, которое препятствует росту микробов. Самые известные из них – стерилизация и пастеризация (воздействие нагреванием), охлаждение и замораживание (воздействие холодом), сушка (удаление воды) и облучение.

Химические методы консервирования заключаются в добавлении более или менее хорошо известного химического соединения, которое подавляет развитие микроорганизмов или уничтожает их. Такие вещества называют консервантами. Различают консерванты в широком и в узком смысле этого слова. К первым относят, например, соль и уксус, ко вторым – сорбиновую и сернистую кислоты. Существенное отличие между этими группами заключается в используемых концентрациях. Первые применяются в концентрациях выше 0,5-1%, а для вторых из-за их более сильного антимикробного действия достаточно 0,5% и менее.

При биологических способах консервирования к продуктам питания добавляют очищенные культуры определённых микроорганизмов, которые оказывают тормозящее действие на возбудителей порчи. Такие культуры называют защитными.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие Вы знаете виды порчи мяса?
2. Какие Вы знаете виды порчи мясных продуктов?
3. Укажите основные причины порчи мяса и мясных продуктов.
4. Укажите виды микробиологической порчи мяса.
5. Сущность биохимических и физико-химических процессов в мясе.
6. Укажите основные методы консервирования мяса и мясных продуктов.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 565 с. (ISBN 978-5-9532-0643-3).
2. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 2. Технология мясных продуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 711 с. (ISBN 978-5-9532-0644-0).

#### *Дополнительная*

1. Производство мясной продукции на основе биотехнологии / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов, В.А. Алексахина. – М. : ВНИИМП, 2005. – 369 с.
2. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение. – 3-е изд. : [пер. с нем.]. – СПб. : ГИОРД, 2000. – 256 с.
3. Ляйстнер Л., Гоуд Г. Барьерные технологии: комбинированные методы обработки, обеспечивающие стабильность, безопасность и качество продуктов питания. – М. : ВНИИМП, 2006. – 236 с.

## ТЕМА 2

### МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОНСЕРВИРОВАНИЯ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

**Цель:** изучить методы и технические средства консервирования мяса и мясных продуктов.

#### 2.1 Основные принципы консервирования

Так как наибольшее влияние на нежелательное изменение качества пищевых продуктов в целом, и мясных продуктов в частности, имеют микробиологические факторы, то, как это было отмечено выше, для снижения негативных последствий используются различные технологические приемы. Эти приемы основаны на создании условий, в которых жизнедеятельность микроорганизмов была затруднена или невозможна (см. «Барьерные технологии»). Традиционно для повышения сроков хранения мяса и мясных продуктов используют холодильную обработку, термическое воздействие, химическое консервирование. В последние годы получило распространение баростатическая обработка продуктов. Применяются также электрофизические методы: обработка ионизирующим, инфракрасным и ультрафиолетовым излучением, микроволновой энергией. Повышается роль применения современных видов упаковки и модифицированных газовых сред.

#### 2.2 Холодильная обработка

Поиск методов хранения продовольственных ресурсов человечество ведет с древнейших времен, начав использовать с того, что предоставила природа: солнце и воздух (для сушки), снег, лед, глубинные слои земли, в которых сохранялась относительно низкая температура (для охлаждения и замораживания). Создание первой достаточно совершенной холодильной машины относится к 1875 г. В настоящее время искусственный холод стал одним из главных показателей уровня технического и культурного развития людей страны.

Использование холода в технологических процессах консервирования и переработки продуктов животного и растительного происхождения чрезвычайно велико. По существу продукт, влажность которого превышает 10...15% (а это практически все сырье и продукты животного и растительного происхождения), нуждается в холоде на всех этапах - от момента сбора до момента потребления. При этом температурные режимы определяются как функции свойств продукта, сезонности его получения, продолжительности хранения и назначения (торговля, промышленная переработка и т. д.)

Многообразие процессов отражает, прежде всего, специфические свойства объектов, однако все процессы холодильной технологии можно подразделить на 2 группы - основные и производственные.

Основные процессы: охлаждение, замораживание, хранение (холодильное), размораживание, отепление.

Производные процессы: сублимационная сушка, холодная сушка, криоконцентрирование, криоизмельчение, криоразделение.

Число основных процессов четко определено и является неизменным, число произвольных процессов будет постоянно нарастать.

Основные процессы – это процессы обязательные, без которых невозможно обеспечить население пищевым рационом. Сюда входят охлаждение и хранение в охлажденном состоянии, т. е. в условиях выше криоскопической температуры. Подобное хранение способствует сохранению исходного внешнего состояния продукта в течении сроков зависящих от свойств продукта, однако сохранность качества обеспечивается непродолжительностью хранения (от нескольких дней до нескольких недель для больших продуктов). Сюда входят также замораживание и хранение в замороженном состоянии, отличающиеся способностью обеспечить сохранение практически любой продукции в

течение многих месяцев (в некоторых случаях год и более). В эту группу входят процессы восстановления первоначального состояния- процессы размораживания и отепления.

Произвольные процессы это процессы, в которых холод используется в качестве основы для переработки, изменения формы, вида и свойств пищевых продуктов.

Многие из этих процессов были созданы давно, но практически реализованы только в последнее время. К ним относятся все производные процессы:

1) сублимационная сушка, т.е. сушка при замороженном состоянии продукта, в результате которой последний сохраняет практически все исходные свойства (удаляется только влага), его первоначальное качество может сохраняться в течение ряда лет и быстро восстанавливаться;

2) холодная сушка, протекающая при низких температурах;

3) криоконцентрирование, обеспечивающая обезвоживание жидких продуктов (соки, экстракты и т.д.);

4) криоизмельчение, протекающее при криогидратных температурах (-50... -190 °С), когда продукт перешел в крупное состояние и может быть измельчен до любого заданного размера (даже сотой доли миллиметра);

5) криоразделение, позволяющее фракционировать, разделять частицы различных размеров, слипающихся при плюсовых температурах

Согласно национальному стандарту РФ **ГОСТ Р 52427-2005.** – «Промышленность мясная. Продукты пищевые. Термины и определения», для холодильной обработки определены следующие термины:

1 **парное мясо:** Мясо, полученное непосредственно после убоя и обработки туши или полутуши, имеющее температуру в толще мышц не ниже 35 °С.

2 **остывшее мясо:** Мясо, полученное непосредственно после убоя и обработки туши, имеющее температуру в толще мышц не выше 12 °С, поверхность которого имеет корочку подсыхания.

3 **охлажденное мясо:** Парное или остывшее мясо, подвергнутое охлаждению до температуры в толще мышц от 0 °С до 4 °С, с неувлажненной поверхностью имеющей корочку подсыхания.

4 **подмороженное мясо:** Парное или остывшее мясо, подвергнутое холодильной обработке до температуры в толще мышц на глубине 1 см от минус 3 °С до минус 5 °С, на глубине 6 см – от 0 до 2 °С, при хранении температура по всему объему должна быть от минус 2 °С до минус 3 °С.

5 **замороженное мясо:** Парное, остывшее или охлажденное мясо, подвергнутое замораживанию до температуры в толще мышц не выше минус 8 °С.

6 **мясо глубокой заморозки:** Замороженное мясо, имеющее температуру в толще мышц не выше минус 18 °С.

При охлаждении происходит отвод теплоты от пищевых продуктов с понижением их температуры не ниже криоскопической (температура замерзания для мяса разного вида составляет минус 0,7.. 1,9 °С). Известно, что температура мяса в течение часа после убоя за счет биохимических процессов повышается до 39.. 42 °С и более. Этот диапазон является, благоприятным для развития многих видов микроорганизмов.

Следует отметить, что приведенная трактовка термина "охлаждение" отличается от понимания этого термина в криобиологии, где под охлаждением понимают процесс снижения температуры объекта ниже значения, к которому объект адаптирован. С целью торможения развития микроорганизмов и снижения скорости химических реакций порчи при охлаждении температура понижается в толще туши до плюс 4... минус 1 °С. Назначение охлаждения в холодильной технологии - подготовка мясopодуkтов к кратковременному (до 2-х недель) хранению или замораживанию. При таких температурах в мясе могут протекать с достаточно высокой интенсивностью (но на порядок ниже, чем при начальной температуре) биохимические превращения, обусловленные действием тканевых ферментов, физико-химические реакции в результате контакта с внешней средой, а также не исключена возможность развития

микробиологических процессов. Указанные явления, формирующие качество мяса, находятся в сложной взаимосвязи. Характер и глубина изменений мяса в процессе охлаждения и последующего хранения зависят от его исходных свойств, условий и режима холодильной обработки. В процессе охлаждения на поверхности продукта образуется так называемая «корочка подсыхания», частично предохраняющая его от проникновения микрофлоры. «Корочка подсыхания» существенно снижает степень проникновения внешней микрофлоры в продукт. В некоторых случаях предпочитают перед охлаждением специально подсушить поверхность продукта, для чего его обдувают сухим теплым воздухом. Это обстоятельство наряду с замедлением биохимических процессов в связи с понижением температуры и определяет возможность сохранения мясopодуков в охлажденном состоянии без заметного ухудшения качества в течение 10...12 суток.

Замораживание сопровождается **понижением концентрации и активности микроорганизмов** без их полного уничтожения и инактивации ферментов. Биологические основы гибели микроорганизмов недостаточно ясны. Помимо того, что понижение температуры связано с нарушением согласованности метаболических реакций из-за различий в уровне изменений их скоростей, замораживание приводит к повышению концентрации растворенных веществ вследствие миграции влаги из микробной клетки во внешнюю среду на первой стадии замораживания и внутриклеточной кристаллизации воды на последующих стадиях. Указанные процессы являются причинами повреждения мембранных структур клетки в результате изменения состояния белково-липидных комплексов и механического разрушения оболочки кристаллизации льда.

Устойчивость микробной клетки к замораживанию зависит от вида и рода микроорганизмов, стадии их развития, скорости и температуры замораживания, состава среды.

**Замораживание в воздухе** применяется для упакованных и неупакованных твердых продуктов. Замораживание проводится при температурах от -10 °C до -40 °C. Если нет циркуляции воздуха, процесс протекает очень медленно от 3 до 72 часов. При наличии циркуляции воздуха продукт замораживают в подвешенном виде подвесным путем

(туш, полутуши, четвертины), или на ленточном транспортере, сплошном (пельмени) или сетчатом, направляя его с малой скоростью через туннель, продуваемый воздухом с температурой от минус 18 °C до минус 34 °C или ниже. Воздух движется, как правило, в направлении противоположном движению продукта, со скоростью от 30 до 300 м/мин.

**Замораживание флюидизацией** является модификацией этого способа. Применяется чаще для сырья небольшими геометрическими размерами, но используется и для замораживания мяса. Перпендикулярно движению продукта, в направлении снизу вверх, вентилируется воздух со скоростью 15 м/мин и температурой около минус 34 °C. При этой скорости воздуха продукт переходит в состояние подвижного слоя. При этом способе замораживания процесс ускоряется, а продукт меньше высыхает. **Замораживание в плиточном морозильном аппарате** осуществляется следующим образом. Продукт находится в контакте с охлажденными металлическими плитами, в которых циркулирует хладагент - аммиак, фреон и др. Метод экономичен и не приводит к понижению влагосодержания и усушке продукта. Для замораживания до минус 33 °C продукта толщиной от 25 до 35 мм необходима обработка в течение 1,0...1,5 ч. Чтобы ускорить замораживание необходимо упаковку хорошо заполнить уплотненным продуктом или удалить из нее воздух.

**Замораживание погружением в жидкость** осуществляется следующим образом. Упакованный или неупакованный продукт погружают в жидкость: пропиленгликоль, глицерол, раствор хлорида натрия или кальция и др. Жидкость не изменяет своего состояния во время замораживания продукта. Температура продукта массой 200 г понижается до минус 18 °C за 10-15 минут.

Для этой же цели используют жидкие азот, углекислоту, фреоны и хладоны. Однако в отличие от названных выше охлаждающих средств эти хладагенты изменяют свое

состояние- они испаряются и при этом отнимают теплоту продукта. Благодаря высоким значениям коэффициента теплоотдачи при этом способе замораживания протекает очень быстро.

Продолжительность замораживания зависит от параметров хладагентов и для случая замораживания мясных туш в воздухе она наряду с усушкой составляет следующие значения, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры замораживания мяса

| Температура мяса °С |          | Температура воздуха в камере °С | Продолжительность замораживания при циркуляции (ч): |                |
|---------------------|----------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------|
| начальная           | конечная |                                 | естественной                                        | принудительной |
| 37                  | -8       | -23                             | 36...35                                             | 29...35        |
| 37                  | -8       | -30                             | 26...32                                             | 22...27        |
| 37                  | -8       | -35                             | 22...27                                             | 19...23        |
| 4                   | -8       | -23                             | 29...35                                             | 23...28        |
| 4                   | -8       | -30                             | 21...26                                             | 18...22        |
| 4                   | -8       | -35                             | 18...22                                             | 15...18        |

На качество замороженных продуктов существенно влияют потери массы, условия теплоотвода, используемый упаковочный материал и метод упаковывания. В зависимости от вида продукции, его назначения и способа замораживания его упаковывают до замораживания или после замораживания.

Для улучшения теплоотвода и предотвращения сублимации влаги упаковочный материал должен плотно прилегать к поверхности продукта. Если упаковывание проводят после замораживания, то лучше использовать материалы с низким коэффициентами теплопроводности.

В качестве упаковочных материалов используют синтетические полимерные пленки с низкой газо- и паропроницаемостью, устойчивые к действиям хладагента, а также к компонентам пищевых продуктов, таким как вода и жир, обладающие необходимой механической прочностью в широком диапазоне температур. Для упаковывания материалов сложной формы применяют усадочные пленки, обеспечивающие плотное облегание объекта. При замораживании вторых блюд используют алюминиевую фольгу в комбинации с полимерными материалами в виде емкости различной формы. Алюминиевая фольга обладает газо- и паронепроницаемостью, устойчива к воздействию внешней среды, не взаимодействует с компонентами продукта. В настоящее время широко применяются картонные подложки, покрытые пластическим материалом, устойчивые к воздействию высоких температур.

Определяющим фактором увеличения сроков хранения пищевых продуктов является температурный режим. Понижение температуры снижает потери массы и необратимые изменения их качества. Существенное значение имеет также стабильность температурного режима в процессе хранения. Колебания температуры способствует увеличению кристаллов льда и сублимации влаги.

Для защиты продукта также используются пищевые покрытия (например, растительными или животными жирами) и глазирование - нанесение тонкого слоя льда на поверхность продукта.

В настоящее время мясо и мясопродукты хранят при температуре минус 18 °С. Понижение температуры до минус (25...30) °С значительно увеличивает сроки хранения. Относительная влажность воздуха при хранении должна быть порядка 90...98 %.

Замороженное мясо, рассортированное по видам и упитанности, хранят в плотно сформированных штабелях на напольных решетках или в строенных поддонах, которые устанавливают один на другой в 2 - 4 яруса с помощью электропогрузчика.

Продолжительность хранения зависит от температуры и вида мяса (таблица 3).

Таблица 3

| Мясо      | Температура воздуха в камере, °С | Допустимые сроки хранения, мес. |                                |             |
|-----------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------|
|           |                                  | Неупакованное мясо              | Упакованные замороженные блоки |             |
|           |                                  |                                 | мясо                           | субпродукты |
| Говядина  | -15                              | 6...9                           | 9                              | 5           |
|           | -(18...20)                       | 8...12                          | 12                             | 6           |
|           | -25                              | 13...16                         | 18                             | 10          |
| Баранина  | -(18...20)                       | 6...10                          | 10                             | 6           |
| Козлятина | -25                              | 10...12                         | 12                             | 8           |
| Свинина   | -(18...20)                       | 4...6                           | 6                              | 5           |
|           | -25                              | 8...12                          | 12                             | 6           |

Загрузка 1 м<sup>3</sup> грузового объема камеры замороженным мясом составляет для говядины в четвертинах – 400 кг, в полутушах – 600 кг, свинины в полутушах – 450 кг, баранины и козлятины в тушах – 280 кг. Плотность укладки замороженных блоков в 1 м<sup>3</sup> камеры в зависимости от геометрических размеров составляет 650...800 кг.

Потери массы при хранении мороженого мяса зависят от упитанности сырья, этажности и емкости холодильников, географической зоны и времени года и составляют 0,05...0,3 % за один месяц.

Усушку можно сократить в 8-9 раз, упаковывая мясо в полиэтиленовые рукава, которые натягивают на полутуши и четвертины и закрепляют на концах липкими лентами. В этом случае усушка для говядины 1-ой категории через 12 мес. хранения составляет около 0,3 %.

### 2.3 Термическая обработка

Термическая обработка также широко и успешно используется для консервирования мясных продуктов. Обычно термическую обработку, предназначенную для предохранения продуктов от микробиологической порчи, подразделяют на два вида: пастеризацию и стерилизацию. Принято, что температура при проведении пастеризации меньше 100 °С, а при стерилизации – выше 100 °С.

Пастеризация широко используется при производстве вареных и копченых (кроме сырокопченых) мясных продуктов. Термообработка большинства колбасных изделий ведется до достижения в центре изделия температуры 68...72 °С. Считается, что при этом погибает примерно 99 % вегетативной микрофлоры. Повышение конечной температуры до 75 °С позволяет существенно повысить сроки хранения мясных продуктов, но при этом повышаются затраты и имеет место риск снижения пищевой ценности изделий и их органолептических показателей.

Пастеризация наряду со стерилизацией наибольшее распространение получила при производстве баночных консервов. При этом пастеризация используется для консервирования деликатесной продукции, а стерилизация преимущественно для массовых видов консервов.

### 2.4 Сушка

Сушка является одним из методов консервирования пищевых продуктов, основанном на удалении влаги из них, приводящему к повышению концентрации растворенных веществ и, следовательно, к понижению активности воды в готовом продукте.

В технологии пищевых продуктов при сушке используется конвективный, кондуктивный и инфракрасный подвод энергии к объектам процесса. В технологии мяса и мясных продуктов сушка используется при производстве кровепродуктов

(распылительная конвективная сушка), медпрепаратов (кондуктивная и/или сублимационная сушка), копченых колбас (конвективная) сушка.

Сушка является заключительной операцией производственного цикла изготовления сырокопченых колбас. В меньшей мере она используется при производстве варено-копченых и полукопченых колбас. Целью сушки колбас является снижение влажности и активности воды продукта с целью обеспечения микробиологической безопасности и повышения продолжительности хранения. Сушка обычно проводится при температуре от 10 до 18 °С и относительной влажности воздушной среды 85→48 % при скорости ее движения 0,05...0,2 м/с.

Внутренние изменения при сушке в большинстве случаев зависят от влажности среды. Следовательно, темпы их развития зависят от скорости сушки. Вместе с тем они протекают неравномерно по толщине продукта, поскольку неравномерно распределение влажности. Поэтому распределение влажности при как созревании, так и при сушке сырых колбас имеет большое значение. От распределения влажности зависит, во-первых, характер деформации образца в процессе созревания-сушки, во-вторых, распределение влажности может прямым и косвенным образом повлиять на качество продукта. Прямое влияние может выразиться в неравномерности структурно-механических свойств по сечению продукта, поскольку эти свойства зависят от влажного состояния. Это особенно характерно для материалов с коллоидной структурой. Неоднородность структурно-механических свойств по сечению в связи с особенностями распределения влажности косвенным образом усугубляется неравномерным развитием химических и физико-химических процессов в ходе сушки, так как их скорости зависят от содержания влаги в субстрате.

## 2.5 Химическое консервирование

Сдвиги в консервировании продовольствия появляются с началом индустриализации. Потребитель становится требовательнее, его больше не удовлетворяет качество пищи, сохраняемой с помощью известных к тому времени консервирующих средств, – они слишком сильно изменяют структуру и свойства продуктов питания.

Достижения химии начали применять и в консервировании. Стали возникать теории, обосновывающие технологию этого процесса. Исследуя дым, Райхенбах обнаружил в продуктах сухой перегонки древесины маслянистое вещество, которое назвал креозотом из-за его способности сохранять мясо. О своём открытии он сообщил в восторженных тонах, хотя тогда же установил, что это вещество представляет опасность для здоровья. Применение креозота ограничивалось его неприятным запахом. Однако в одной книге по химии пищевых продуктов, изданной в 1848 году, креозот подробно описывался как ещё одно консервирующее средство наряду с солью (применение которой правильно называли косвенной сушкой), сушкой, нагреванием, молочнокислым брожением, сахаром, спиртом, уксусом и коптильным дымом. Применение этих консервантов было прогрессивным, хотя сегодня оба эти консерванта уже не удовлетворяют требованиям безопасности.

В конце XIX столетия в качестве консерванта стали применять муравьиную кислоту, а в начале XX века – бензойную кислоту, которая и сегодня используется в больших масштабах. Поскольку вначале к бензойной кислоте (и к салициловой) относились осторожно, причисляя их к соединениям ароматического ряда, и считая канцерогенными, велись поиски её заменителей. Ими оказались п-хлорбензойная кислота и сложные эфиры оксibenзойной кислоты. В конце 30-х годов в качестве консервантов стали применять соли пропионовой кислоты, а после Второй мировой войны – сорбиновую кислоту и её соли. Широкое распространение сорбиновой кислоты является в значительной мере следствием возникшего в 50-х годах нового подхода к токсикологической оценке пищевых добавок вообще и консервантов в частности. Это — ненасыщенная жирная

кислота, исследована она лучше всех других широко применяемых консервантов, и безопасность её использования не вызывает ни малейшего сомнения.

Современные тенденции развития способов сохранения продуктов питания дают основания полагать, что в недалеком будущем станут применяться «щадящие» способы химического консервирования. Под этим следует понимать применение веществ, которые могут быть получены из растений или микроорганизмов, проявляющих антимикробные свойства. Такие вещества неспециалисты *a priori* считают менее подозрительными, потому что это природные соединения.

Следует отметить, что в настоящее время наиболее распространенными консервантами в технологии мясных продуктов остаются хлорид и нитрит натрия, которые являются многофункциональными веществами, участвующими, в том числе в формировании органолептических характеристик. Прослеживается тенденция по снижению уровня использования этих веществ в технологии мясных продуктов, однако полностью их исключить на современном этапе невозможно. Также используются в виде консервантов мясной продукции лактаты натрия и калия, уровень их применения ограничивается только органолептическими показателями.

### Вопросы для самоконтроля

1. Укажите основные принципы консервирования мяса и мясных продуктов.
2. Назначение и сущность охлаждения мяса и мясных продуктов.
3. Назначение и сущность замораживания мяса и мясных продуктов.
4. Назначение и сущность подмораживания мяса.
5. Основные принципы теплового консервирования.
6. Сущность пастеризации и стерилизации.
7. Особенности сушки мясных продуктов.
8. Виды сушки мясных продуктов.
9. Особенности химического консервирования.
10. Основные химические консерванты в технологии мяса.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 565 с. (ISBN 978-5-9532-0643-3).
2. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 2. Технология мясных продуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 711 с. (ISBN 978-5-9532-06440).

#### Дополнительная

1. Производство мясной продукции на основе биотехнологии / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов, В.А. Алексахина. – М. : ВНИИМП, 2005. – 369 с.
2. Шаробайко, В.И. Биохимия холодильного консервирования пищевых продуктов: учебное пособие / В.И. Шаробайко. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1986. – 224 с.
3. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы): учебное пособие / И.А. Рогов, В.Е. Куцакова, В.И. Филиппов, С.В. Фролов. – М.: Колос, 1998. – 158 с.
4. ГОСТ Р 52427-2005. Промышленность мясная. Продукты пищевые. Термины и определения. – Введ. 2007-04-01. – М.: Изд-во стандартов, 2007. – 24 с.
5. Люк, Э. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение / Э. Люк, М. Ягер. – 3-е изд.: [пер. с нем.]. – СПб. : ГИОРД, 2000. – 256 с.

### ТЕМА 3

## ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ КАК ОБЪЕКТА ХРАНЕНИЯ

**Цель:** изучить особенности мяса и мясопродуктов, его физико-химические и структурно-механические свойства.

### 3.1 Промышленное понятие о мясе

Под *мясом* в промышленном значении понимают тушу или ее часть, полученную при убое сельскохозяйственных животных и птицы и представляющую *совокупность* различных тканей в их естественном соотношении. Кроме мышечной ткани, являющейся необходимым признаком мяса, в его состав в разном количестве могут входить соединительная, жировая, хрящевая ткани, кость, кровь.

Количественное соотношение тканей в составе мяса зависит от вида, возраста, породы, пола, условий откорма и упитанности животных, от анатомического происхождения части туши. В промышленной практике природное соотношение тканей в мясе направленно изменяют за счет освобождения его от малоценных тканей: хрящей, соединительной ткани, кости.

Количественное соотношение тканей в мясе определяет его качество: химический состав, пищевую ценность и свойства мяса.

### 3.2 Показатели качества мяса

*Качество мяса* характеризуется пищевой и биологической ценностью, санитарно-гигиеническими показателями и функционально-технологическими свойствами.

*Пищевая ценность* мяса определяется химическим составом: содержанием белков, жиров, экстрактивных веществ, витаминов группы В, макро- и микроэлементов; энергетической ценностью и органолептическими свойствами.

*Биологическая ценность* мяса характеризует качество белковых веществ по содержанию и сбалансированности незаменимых аминокислот и перевариваемости белка, а также качество жиров по содержанию полиненасыщенных жирных кислот и по перевариваемости жиров.

Важными показателями качества мяса легко воспринимаемыми органами чувств (*органолептическими*) являются цвет, вкус, аромат, консистенция. Эти показатели зависят от химического состава и состояния мяса. Они играют важную роль в формировании качества мясных продуктов и их усвоении организмом.

*Цвет* мяса - один из основных показателей качества, оцениваемый потребителем, по которому судят о товарном виде мяса, о некоторых химических превращениях в нем. Цвет мяса зависит от количественного содержания и состояния пигмента мышечной ткани - миоглобина. Окраска жировой ткани в составе мяса определяется содержанием в ней пигментов - каротиноидов.

*Вкус и аромат* мяса. В их формировании решающую роль играют экстрактивные вещества, содержащиеся в незначительных количествах и являющиеся, так называемыми, предшественниками вкуса и аромата. Экстрактивные вещества формируются после тепловой обработки мясного сырья. Основным источником этих соединений является мышечная ткань, а также жировая ткань, так как низкомолекулярные продукты превращения жиров обуславливают специфические видовые особенности вкуса и аромата мяса.

*Консистенция* мяса. К показателям консистенции мяса относят нежность, мягкость, сочность. Консистенция мяса определяется рядом факторов:

- диаметром мышечных волокон;
- содержанием соединительной ткани, в том числе и межмышечной;

- соотношением в составе соединительной ткани коллагеновых и эластиновых волокон;
- состоянием мышечных белков: степенью их гидратации, степенью сокращения миофибрилл, уровнем гидролитических изменений;
- содержанием жира внутри мышечных волокон, между мышцами и группами мышц (мраморностью мяса).

Определение *санитарно-гигиенических* показателей качества мяса позволяет оценить его безопасность для человека. В мясе контролируется содержание микробиологических и химических загрязнителей, которые могут попадать в мясо при жизни животного из окружающей среды, с кормом и водой. Химические загрязнители мяса контролируют по содержанию токсичных элементов (свинец, кадмий, ртуть, мышьяк), пестицидов, антибиотиков, радионуклидов.

Для мяса, являющегося сырьем для изготовления широкого ассортимента мясных продуктов, важное значение имеют *функционально-технологические* свойства (ФТС). Они определяют поведение белка как основного компонента в сложных мясных системах во взаимодействии с другими составляющими (жир, вода, минеральные вещества и др.) под влиянием различных технологических факторов.

Под ФТС понимают совокупность показателей: величину pH, водосвязывающую, эмульгирующую, жиросвязывающую, гелеобразующую способности; растворимость в воде, солевых растворах и другие свойства мяса.

По ФТС можно судить о степени приемлемости мяса для производства мясных продуктов определенной ассортиментной группы.

### 3.3 Факторы, определяющие качество мяса

Важно отметить, что качество получаемого при убойе и переработке животных мяса может существенно изменяться под влиянием различных факторов, которые могут быть объединены в следующие группы:

- *природные факторы*: вид, возраст, порода, пол, упитанность животных, анатомическое происхождение отруба;
- *послеубойные биохимические и физико-химические факторы*: - автолитические и микробиологические изменения, окислительные процессы;
- *технологические факторы*: условия выращивания и транспортирования, предубойного содержания животных; условия убойе и первичной обработки; параметры холодильной обработки и хранения мяса; условия посола, тепловой обработки, копчения, сушки и др.

Качество мяса, а значит, и характеризующие его показатели, связаны со свойствами и количественным соотношением тканей в мясе, которые, в свою очередь, зависят от таких природных факторов как вид, возраст, пол, порода, упитанность и анатомическое происхождение мяса. При этом влияние этих факторов на качество мяса взаимосвязано.

Видовые особенности мяса. Тканевый состав мяса животных разного вида приведен в табл. 4.

Таблица 4

| Ткани            | Количество, % к массе мяса |         |          |
|------------------|----------------------------|---------|----------|
|                  | Говядина                   | Свинина | Баранина |
| Мышечная         | 57-62                      | 39-58   | 49-56    |
| Жировая          | 3-16                       | 15-45   | 4-18     |
| Соединительная   | 9-12                       | 6-8     | 7-11     |
| Хрящевая и кость | 17-29                      | 10-18   | 20-35    |
| Кровь            | 0,8-1                      | 0,6-0,8 | 0,8-1    |

Средние данные о химическом составе мяса животных и птицы представлены в табл. 5.

Таблица 5

| Вид мяса                     | Содержание, % от массы мяса |       |      |      |
|------------------------------|-----------------------------|-------|------|------|
|                              | Влага                       | Белок | Жир  | Золы |
| Говядина I кат.              | 67,7                        | 18,9  | 12,4 | 1,0  |
| Баранина I кат.              | 67,6                        | 16,3  | 15,3 | 0,8  |
| Свинина II кат.              | 51,6                        | 14,6  | 33,0 | 0,8  |
| Конина I кат.                | 69,6                        | 19,5  | 9,9  | 1,0  |
| Мясо цыплят-бройлеров I кат. | 69,0                        | 17,6  | 12,3 | 0,8  |
| Мясо гусей I кат.            | 45,0                        | 15,2  | 39,0 | 0,8  |

Как видно из табл. 4 и 5 химический состав мяса различных животных различается, что связано с разным количественным соотношением тканей, определяемым активностью прижизненных движений животных.

Видовые различия мяса проявляются в окраске, консистенции, запахе и вкусе. Из промышленно значимых видов мяса наиболее интенсивно окрашена говядина. Содержание миоглобина в говядине составляет 0,25-0,37 % к массе мышечной ткани, для свинины - 0,08-0,23 %.

Для свинины характерна более нежная консистенция. В ней меньше, чем у говядины соединительной ткани, и она менее грубая, легче разваривается.

Свинина имеет повышенное содержание жира, который содержит больше полиненасыщенных жирных кислот и лучше усваивается, чем говяжий и бараний. Благодаря этому промышленное значение свинины определяется содержанием как мышечной, так и жировой ткани. Технологическое значение говядины заключается в наличии водо- и солерастворимых белков.

Различные виды мяса отличаются содержанием и составом экстрактивных веществ, что оказывает влияние на специфичность вкуса и аромата мяса.

Особенности количественного соотношения мягких тканей говядины, свинины, баранины определяют некоторые различия в аминокислотном составе мяса.

Существенной разницы в перевариваемости белков разных видов мяса не установлено. Коэффициент усвояемости организмом человека мяса говядины в среднем составляет 82-83 %.

Мясо птицы содержит меньше соединительной ткани, чем мясо животных. Его биологическая ценность выше, оно легче переваривается, чем мясо животных. В жире птицы больше полиненасыщенных жирных кислот, чем в жире животных.

Таким образом, можно отметить, что видовой фактор оказывает существенное влияние на качество мяса.

### 3.4 Роль мяса в питании человека

Значение мяса в питании человека определено его пищевой ценностью, которая в первую очередь связана с содержанием биологически полноценных и легкоусвояемых белков. Кроме того, мясо - хороший источник витаминов группы В и некоторых минеральных веществ, например, железа в органически связанной форме. Свинина является также поставщиком высококачественных жиров.

Благодаря наличию экстрактивных веществ и их трансформации при тепловой обработке мясо отличается высокими вкусо-ароматическими характеристиками, что повышает его усвояемость организмом человека вследствие влияния на секрецию пищеварительных соков.

Уникальный состав и свойства мяса в совокупности обеспечивают нормальную физическую и умственную деятельность человека при употреблении в пищу мяса и мясных продуктов. Физиологически обоснованная норма потребления мяса и мясных продуктов по данным института питания АМН РФ должна составлять не менее 70 кг на одного человека в год.

### 3.6 Физико-химические и структурно-механические свойства мяса и мясопродуктов

**Водо-связывающая способность** – это способность белков мяса связывать влагу. Мышечная ткань в естественном состоянии содержит до 75% воды. Большая ее часть (около 90%) находится в мышечных волокнах, остальная – в межклеточном пространстве. Внутри волокна вода распределена неравномерно: ее больше в составе миофибрилл, меньше в саркоплазме. Поэтому ВСС мышечной ткани в первую очередь зависит от состояния белков миофибрилл: миозина, актина и актомиозина. В соединительной ткани воды меньше, она связана главным образом с коллагеном.

**Активность воды** ( $a_w$ ) характеризует состояние воды в пищевых продуктах и её причастность к химическим и биологическим изменениям (таким, как гидролитические химические реакции и рост микроорганизмов). Это один из критериев, по которым можно судить об устойчивости пищевого продукта при хранении. Было установлено, что для сохранности пищевых продуктов имеет значение, в какой мере вода ассоциирована с неводным компонентом. Таким образом, термин «активность воды» введен, чтобы учесть соотношение свободной и связанной влаги в пищевом продукте. Активность воды ( $a_w$ ) определяется как количество воды в образце, доступной для роста микроорганизмов (бактерии, дрожжи и плесень). Активность воды выражается в безразмерных единицах шкалы от 0 до 1, при этом чистая вода соответствует активности воды. Чем меньше массовая доля воды в продукте, тем ниже активность воды.

**Структурно-механические, или реологические свойства** характеризуют поведение мяса и мясных продуктов в условиях напряженного состояния. Основными показателями при приложении силы являются напряжение, величина и скорость деформации. В зависимости от характера приложенных усилий эти свойства делят на сдвиговые (касательные напряжения), компрессионные (нормальные напряжения растяжения-сжатия) и поверхностные на границе раздела с другим материалом (нормальные и касательные).

К сдвиговым реологическим свойствам относятся предельное напряжение сдвига (\_\_\_\_, Па), вязкость эффективная (\_\_\_\_, Па · с) и пластическая (\_\_\_\_, Па · с), период релаксации (\_\_\_\_, с). Сдвиговые свойства дают возможность обосновать оптимальные технологические и механические условия процесса, а при соответствующем приборном оснащении их можно контролировать и регулировать, обеспечивая постоянное и стабильное количество продуктов. Вязкость мясного фарша является наиболее важным показателем, характеризующим качество и определяющим готовность фарша. Контроль вязкости позволяет получить информацию о ходе процесса измельчения, регулировать количество вводимой влаги в зависимости от ВСС сырья и автоматизировать процессы.

К компрессионным, или объемным, свойствам относятся модуль упругости ( $E$ , Па), равновесный модуль ( $E_r$ , Па), период релаксации деформации при постоянном напряжении и относительная деформация. Эти параметры необходимы для расчетов процессов шприцевания, формования, дозирования и течения по трубопроводам пластично-вязких продуктов. Объемные свойства можно также использовать для оценки качества пластично-вязких (фарши) и упруго эластичных (колбасные изделия) продуктов.

Особое место среди структурно-механических характеристик занимают поверхностные свойства: адгезия, коэффициент внешнего трения и др. Они характеризуют усилия при взаимодействии между поверхностями контакта при нормальном отрыве или сдвиге, необходимы для выбора и разработки новых видов материалов для аппаратов, тары, трубопроводов и другого оборудования, поверхности которых должны обладать малой адгезией и минимальным сопротивлением движению продукта. Кроме того, значения поверхностных свойств частично могут характеризовать консистенцию продукта.

Структурно-механические свойства отражают состав вещества и его внутреннее строение (структуру). Как известно, структура может быть коагуляционной, конденсационной и кристаллизационной. Для мясопродуктов наиболее характерна

коагуляционная структура, которая обусловлена взаимодействием частиц вещества на основе сил Ван-дер-Ваальса через дисперсионную среду. Структурам такого типа присуща тиксотропия – способность восстанавливать свойства после снятия напряжения и даже после разрушения.

### **3.7 Изменения в мышечной ткани, возникающие в процессе хранения**

Одной из составных частей мышечной ткани является гликоген, количество которого подвержено колебаниям, зависящим от многих факторов. Больше его содержится в мышцах хорошо упитанных животных и надлежащим образом подготовленных к убою.

В нормальных условиях подготовки животных к убою гликогена в мышцах содержится 0,5—2 %. При воздействии тканевых ферментов гликоген расщепляется через ряд промежуточных стадий гликолиза до молочной и других кислот, количество которых накапливается в отдельных мышцах до 0,5—1,2 %. Столь значительное накопление кислот увеличивает концентрацию ионов водорода, что обуславливает химические, физико- и коллоидно-химические превращения в мышечной ткани.

Расщепление гликогена принято называть гликолизом. Увеличение количества кислот при гликозе изменяет физико-химическое состояние белков. Интенсивность гликолиза зависит от многих условий, но главным образом от количества в мышцах гликогена, активности тканевых ферментов и температуры окружающей среды.

При повышении температуры гликолиз в мышцах протекает более интенсивно, но полностью не заканчивается, так как повышенные температуры сдерживают активность ферментов и способствуют развитию протеолитической микрофлоры, продукты жизнедеятельности которой разрушают ферменты. Так, при температуре 1—3 °C расщепление гликогена до молочной кислоты происходит в среднем на 98 %, при 14—16 °C—на 80—85, при 25—27 °C—на 43—50 %. При более высокой температуре хранения мяса значительная часть гликогена оказывается или вовсе нерасщепленной, или расщепляется только до стадии мальтозы, глюкозы и глюкозофосфата.

Значительный гликоз в мышцах происходит в том случае, если обеспечивается продолжительное действие гликолитических ферментов. Одним из важнейших факторов этого является холод. Как правило, чем ниже температура хранения, тем выше качество мяса. Однако температура ниже 0 ° приостанавливает деятельность тканевых ферментов, следовательно, расщепления гликогена почти не происходит. Оптимальной температурой гликолиза является 1—3 °C. При оттаивании (дефростации) замороженного мяса гликолиз в мышцах возобновляется.

В мышцах больных и утомленных животных количество гликогена уменьшено и, кроме того, снижена активность тканевых ферментов, что приводит к недостаточности гликолиза и фосфоролиза. В результате качество мяса ухудшается. При заболеваниях, сопровождающихся повышением температуры тела животных, в мясе накапливаются промежуточные и конечные продукты белкового обмена в виде amino-аммиачного азота. Незначительное накопление в мышцах кислот и повышенное содержание продуктов гидролиза белка являются причиной сдвига концентрации водородных ионов в щелочную сторону. В результате создаются благоприятные условия для развития микрофлоры и сокращаются сроки хранения мяса. В мышцах тяжелобольных животных процесс гликолиза нарушается, в результате такое мясо труднее переваривается и хуже усваивается организмом человека, чем мясо от здоровых животных.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Промышленное понятие о мясе. Показатели качества мяса.
2. Факторы, определяющие качество мяса.
3. Физико-химические и структурно-механические свойства мяса и мясопродуктов.
4. Изменения в мышечной ткани, возникающие в процессе хранения.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***Основная*

1. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 565 с. (ISBN 978-5-9532-0643-3).

*Дополнительная*

1. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М. : Колос, 2001. – 376 с.
2. Данилова, Н.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов : учебное пособие / Н.С. Данилова. – М. : КолосС, 2008. - 280 с. (ISBN 978-5-9532-0513-9).
3. Производство мясной продукции на основе биотехнологии / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов, В.А. Алексашина. – М. : ВНИИМП, 2005. – 369 с.

## ТЕМА 4

### ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

**Цель:** ознакомиться с методами исследования свойств мяса и мясопродуктов, изучить свойства мяса и мясопродуктов на примере модельных образцов.

#### Исследование свойств мяса и мясопродуктов

Мышечная ткань составляет свыше 40% веса тела животного. По питательным и вкусовым свойствам является наиболее важной составной частью мяса.

Основным структурным элементом мышечной ткани является мышечное волокно. Волокна представляют собой многоядерные клетки, покрытые оболочкой – сарколеммой. В структуре мышечного волокна различают также сократительные элементы – миофибриллы, ядра и ряд органелл: митохондрии, рибосомы, мезосомы и др. Меньшую часть клетки (35-40%) составляет саркоплазма. Мышечная ткань характеризуется сложным химическим составом. Главной составной частью мышц являются белки. В зависимости от аминокислотного состава различают полноценные и неполноценные белки. К полноценным белкам относятся белки, в состав которых входят все 8 незаменимых аминокислот: валин, лейцин, изолейцин, лизин, метионин, фенилаланин, триптофан. Отсутствие в пище хотя бы одной незаменимой аминокислоты приводит к нарушению обмена, приостановке роста. Если в белке недостает хотя бы одной аминокислоты, то его считают неполноценным.

По форме молекул условно различают белки фибриллярные (нитевидные) и глобулярные (имеющие сферическую форму). Белки подразделяются на саркоплазматические, миофибриллярные, белки ядер и сарколеммы.

К группе саркоплазматических белков относятся белки, основным свойством которых является растворимость в растворах невысокой ионной силы. Эти белки характеризуются глобулярным строением молекул, составляющих фракцию водорастворимых белков или альбуминов. К ним относятся: миоген, глобулин X, миоальбумин. На долю фракции миогена приходится около 20% всего количества белков мышечной ткани. Белки фракции миогена выполняют ряд ферментативных функций, регулируют превращения углеводов.

Белки фракции глобулина X составляют около 20% всего количества белков мышечной ткани. Они проявляют свойства, характерные для глобулинов, обладают ферментативными свойствами.

Миоглобин – это белок, придающий мышечной ткани красный цвет. Его функция состоит в транспортировании кислорода, доставляемого гемоглобином крови к ферментным системам крови. Молекула гемоглобина состоит из белковой части – глобина и простетической части – гема. Миоглобин легко присоединяет кислород, превращаясь в оксимиоглобин. Длительный контакт с кислородом приводит к окислению миоглобина и появлению метмиоглобина, имеющего коричневую окраску.

Миофибриллярные белки – актин, миозин, актомиозин, тропомиозин, актитин и др. характеризуются фибриллярным строением молекул. Эти белки нерастворимы в воде, но извлекаются солевыми растворами с ионной силой свыше 0.35.

В сарколемме мышечного волокна содержатся неполноценные белки: коллаген, эластин, ретикулин, нерастворимые в воде и солевых растворах.

В ядрах содержатся три основные фракции белков: нуклеопротеиды ДНК, кислый белок и остаточный белок. Они извлекаются щелочными растворами. Белки, составляющие оболочку волокон, и белки, прочно удерживаемые в структуре мышечных клеток и нерастворимые в солевых растворах, условно называют белками стромы.

Существующие методы количественного определения белков, используемые в практике, основаны на анализе составных частей макромолекул или исследовании некоторых физических свойств растворов белков, изменяющихся в зависимости от их концентрации.

### Способы определения содержания белка

Определение общего и остаточного белка методом Кельдаля. Сущность метода состоит в определении разности между количеством общего и небелкового азота и определении количества белкового азота с учетом коэффициента пересчета азота на белок. Определение азота основано на нейтрализации органических соединений с последующим определением азота по количеству образовавшегося аммиака.

Определение белка фотометрическим способом основано на проведении реакции взаимодействия аммиака с фенолом и гипохлоритом натрия в щелочной среде и на фотометрическом измерении интенсивности окраски индофенолового синего, которая пропорциональна количеству аммиака в минерализате. Содержание остаточного (небелкового) азота в продукте при этом не учитывается.

Метод Лоури. Этот метод не требует предварительной минерализации исследуемого материала и основан на образовании окрашенных продуктов при взаимодействии реактива Фолина со щелочными растворами белков. Интенсивность окрашивания в основном зависит от аминокислотного состава белков (от содержания в исследуемых белках тирозина и триптофана).

Содержание липидов в мышечной ткани составляет около 3%. Основным углеводом мышц является гликоген, количество которого в среднем 0.5-2.0%. Липиды являются запасным энергетическим материалом.

К экстрактивным азотистым веществам относятся карнозин, карнитин, ансерин, креатинин, АМФ, АТФ, АДФ, пуриновые основания, аминокислоты, мочевины, аммиак.

К безазотистым экстрактивным веществам относятся углеводы и продукты их обмена, в т.ч. гликоген, глюкоза, молочная кислота.

На долю минеральных компонентов мышечной ткани приходится 1-1.5%. Это преимущественно соли натрия, кальция, магния, фосфора, серы и др. В небольших количествах в мышцах содержатся никель, кобальт, цинк и др.

### Подготовка образцов для исследования

Мышца освобождается от жира и соединительной ткани и тщательно измельчается. Мышечный гомогенат в количестве 15-20 г помещают в фарфоровую ступку и экстрагируют двойным объемом дистиллированной воды при постоянном растирании смеси в течение 3-5 минут. Затем смесь фильтруют через двойной слой марли. Экстракцию повторяют при 0.5 первоначального объема экстрагента, фильтруют. Объединенные фильтраты представляют собой водный экстракт 1 мышечной ткани, в который переходят водо-растворимые белки (миоген, миоальбумин, миоглобин) или альбуминовая фракция белков мышц, а также минеральные вещества, азотистые и безазотистые экстрактивные вещества; для приготовления обезбелочного водного экстракта около 30 мл водного экстракта кипятят при слабокислой реакции до выпадения осадка. Осадок удаляют фильтрованием: фильтрат 2 используют для открытия экстрактивных и минеральных веществ.

Остаток мышечной ткани после водной экстракции экстрагируют при постоянном перемешивании в течение 15 минут 10% раствором хлористого аммония в соотношении 1:3 и смесь фильтруют через двойной слой марли. Экстракцию повторяют при 0.5 первоначального объема хлористого аммония, фильтруют. Объединенные фильтраты представляют собой солевой экстракт 3, который содержит миофибрилярные белки (миозин, актин, актомиозин) или глобулиновую фракцию белков мышц.

Остаток ткани после солевой экстракции смешать с тройным объемом воды и кипятить в течение 30 минут. При кипячении объем жидкости периодически доводить до первоначального. Горячий раствор отфильтровать через бумажный фильтр, фильтрат охладить. Образовавшийся из коллагена в результате кипячения желатин (раствор 4) открыть качественными реакциями.

### Ход исследования

#### 1. Открытие альбуминов в водном экстракте

Открытие белков в водном экстракте 1 производят с помощью качественных реакций на белок, в т.ч. реакции осаждения и цветных реакций.

В 4 пробирки наливают по 2 мл приготовленного экстракта мышц, содержащего альбуминовую фракцию белка. Для установления наличия белка в экстракте с содержимым первой пробирки проводят биуретовую реакцию, второй и третьей – осаждение белков при нагревании; четвертой – осаждение белков сернокислым аммонием.

Биуретовая реакция. В пробирку 1 к 2 мл исследуемого раствора прибавить 2 мл 10% раствора NaOH и 2 капли раствора CuSO<sub>4</sub>. При взбалтывании развивается фиолетовое окрашивание, которое указывает на наличие в исследуемом растворе пептидной группировки.

Осаждение белков при нагревании. Миофибриллярные белки выпадают в осадок при кипячении их растворов. В изоэлектрической точке они свертываются легче и быстрее. Т.к. изоэлектрическая точка большинства мышечных белков находится в слабокислой среде, то подкисление растворов белков способствует более полной их коагуляции.

Вторую пробирку нагревают непосредственно, а третью после подкисления ее содержимого 1 каплей 1% раствора уксусной кислоты. Перед нагреванием следует проверить pH по универсальной индикаторной бумаге. Отметить в какой пробирке происходит быстрое свертывание.

#### 2. Открытие в обезбелоченном водном экстракте органических безазотистых и азотистых экстрактивных соединений

Открытие креатинина. Для обнаружения креатинина проводят реакцию с нитропруссидом. К 3 мл экстракта 2 добавляют несколько капель свежеприготовленного нитропрусида натрия и затем подщелачивают жидкость несколькими каплями 10% NaOH.

Открытие карнозина. К 1 мл свежеприготовленного раствора диазореактива добавляют 1 мл исследуемого фильтрата 2 и после перемешивания добавляют 10% раствор соды до ясно-щелочной реакции, при этом появляется красное окрашивание. Сущность реакции состоит во взаимодействии диазореактива с гистидиновым кольцом карнозина. Приготовление диазореактива : к 3 мл 0.5% раствора сульфаниловой кислоты добавить равный объем 0.5% раствора нитрата натрия на холоду и оставить на льду 2-3 минуты.

Открытие молочной кислоты. Нижнюю часть пробирки заполняют 3 мл 2% раствора фенола, к которому добавляют несколько капель 2% раствора хлорного железа до появления фиолетового окрашивания. Окраска раствора в присутствии молочной кислоты переходит из фиолетовой в желтую.

#### 3. Установление в обезбелоченном водном экстракте минеральных веществ

а) ион хлора открывают добавлением к 3 мл экстракта 2, подкисленного азотной кислотой, раствора азотнокислого серебра (1-10 капель). Образуется осадок хлористого серебра.

б) ион SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> открывают добавлением к 3 мл экстракте раствора хлористого бария (1-10 капель). Образуется осадок сернокислого бария.

в) ион PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> открывают добавлением к 3 мл экстракта при нагревании в присутствии азотной кислоты молибденового аммония. Образуется желтый осадок фосфорномолибденового аммония.

#### 4. Установление присутствия глобулинов в солевом растворе мышечной ткани и определение их изоэлектрической точки

Биуретовая реакция. В пробирку 1 вносят 2 мл солевого экстракта, прибавляют 2 мл 10% раствора NaOH и 2 капли 1% раствора CuSO<sub>4</sub>. При взбалтывании получаем фиолетовое окрашивание, что указывает на наличие пептидных группировок.

### Осаждение глобулинов:

а) к 5 мл солевого экстракта 3 в пробирке прибавить дистиллированной воды до появления хлопьевидного осадка глобулинов.

б) к 5 мл солевого экстракта 3 добавить равный объем насыщенного раствора сернокислого аммония. При полунасыщении солевого экстракта выпадает осадок глобулинов.

### **5. Определение изоэлектрической точки белков солевого экстракта**

Белки – амфотерные вещества, амфолиты. Белковый амфолит при определенном значении pH электронейтрален. Такое состояние носит название изоэлектрического, определенная концентрация водородных ионов называется изоэлектрической точкой данного амфолита. Белки в изоэлектрической точке неустойчивы и легко выпадают в осадок.

Определение изоэлектрической точки белка сводится к определению pH раствора, при котором наблюдается наиболее быстрое и полное выпадение белка в осадок.

Ход анализа. В 6 пробирок наливают по 5 мл ацетатного буфера со следующими значениями pH: 4.4; 4.7; 5.3; 5.9; 6.2. В каждую пробирку добавляют по 1 мл солевого экстракта 3 и отмечают пробирку.

Данные необходимо свести в следующую таблицу.

| № пробирок             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|
| pH                     |   |   |   |   |   |   |
| Изоэлектрическая точка |   |   |   |   |   |   |

Отметить степень помутнения раствора и указать изоэлектрическую точку белка.

### **6. Открытие желатина**

Осаждение белка солями тяжелых металлов. В 2 пробирки наливают по 2 мл исследуемого раствора 4. В первую пробирку прибавляют по каплям 0.5% раствор уксуснокислого свинца, во вторую – 5% раствор сернокислой меди. В обеих пробирках образуются осадки белков. При избытке уксуснокислого свинца и сернокислой меди происходит растворение осадка, что можно объяснить адсорбцией избытка ионов металлов и перезарядкой белкового комплекса.

### **Определение липидов (ГОСТ 23042-86 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира)**

Настоящий стандарт распространяется на мясо и мясные продукты (кроме мясных консервов) и устанавливает методы ускоренного определения жира и метод определения жира с использованием экстракционного аппарата Сокслета.

Подготовка проб. Пробы продуктов измельчают на бытовой или электрической мясорубке. Затем пробу помещают в стеклянную банку с притертой пробкой вместимостью 200-400 см<sup>3</sup>, заполнив ее полностью, и хранят при температуре от 3 до 5<sup>0</sup>С в течение 24ч.

Порядок проведения анализа: навеска продукта массой 2,0 ± 0,2 г взвешивают на весах в стаканчике или в бюксе. Затем количественно переносят в фильтрующую делительную воронку, приливают 20 см<sup>3</sup> экстрагирующей смеси, состоящей из хлороформа и этилового спирта в соотношении 2:1 и проводят экстракцию, встряхивая воронку в течении 2 мин.

Если жир определяют в полукопченых, варено-копченых, сырокопченых колбасах, то перед проведением экстракции навеску нужно предварительно настоять с экстрагирующей смесью в течение 5 мин. Полученный экстракт с помощью водоструйного насоса отсасывают в присоединенный к воронке приемник, а из него в мерную колбу.

Затем проводят экстракцию, аналогичную первой, еще 2 раза, приливая не менее 10 см<sup>3</sup> экстрагирующей смеси. По окончании третьей экстракции воронку и приемник ополаскивают 5 см<sup>3</sup> экстрагирующей смеси. Все три экстракта и промывную жидкость, собранные в мерные колбы, доводят до метки экстрагирующей смесью. Смесью тщательно перемешивают. Затем отбирают пипеткой 20 см<sup>3</sup> экстракта, используя резиновую грушу, и переносят в предварительно высушенную и взвешенную бюксу. Для удаления растворителя бюксу нагревают на водяной бане до исчезновения запаха растворителя.

Бюксу с жиром сушат не менее 10 мин при температуре  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , охлаждают в эксикаторе над хлористым кальцием до комнатной температуры и взвешивают на весах.

Массовую долю жира  $X$  в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 50}{m \cdot 20} \cdot 100$$

Где  $m_1$  – масса бюксы с жиром, г

$m_2$  – масса бюксы с не липидной фракцией, г

$m$  – масса навески, г.

### Вопросы для самоконтроля

1. Каков морфологический состав поперечно-полосатой мышечной ткани?
2. Охарактеризуйте химический состав мышечной ткани.
3. Какие белки входят в состав мышечной ткани?
4. Перечислите основные белки, входящие в состав саркоплазмы и охарактеризуйте их свойства.
5. Какова роль миофибриллярных белков в мышечной ткани?
6. Какие белки относятся к сократительным и каковы их свойства?
7. Что такое белки стромы? В состав каких структурных элементов мышечного волокна они входят? Охарактеризуйте их свойства.
8. Какова роль азотистых и безазотистых экстрактивных веществ в формировании качественных характеристик мяса и мясопродуктов? Перечислите их.
9. Какие липиды входят в состав мышечного волокна и каковы их функции в мышечной ткани?
10. Определение липидов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 565 с. (ISBN 978-5-9532-0643-3).

#### Дополнительная

1. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М. : Колос, 2001. – 376 с.
2. Данилова, Н.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов : учебное пособие / Н.С. Данилова. – М. : КолосС, 2008. – 280 с. (ISBN 978-5-9532-0513-9).
3. Производство мясной продукции на основе биотехнологии / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов, В.А. Алексахина. – М. : ВНИИМП, 2005. – 369 с.

## ТЕМА 5

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТОЯНИЯ ВЛАГИ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

**Цель:** ознакомиться с формами и энергией связи влаги в мясе и мясопродуктах.

Большинство мясопродуктов представляет собой коллоидные или коллоидные капиллярно-пористые системы. При этом взаимодействия между компонентами пищевых продуктов носят весьма различный характер. Некоторые из них обладают полной растворимостью (например, соли, сахара, кислоты), другие находятся в воде в коллоидном состоянии (например, протеины), третьи почти полностью нерастворимы (например, жиры, масла).

Вопрос состояния влаги в материалах, в частности в пищевых системах, уже давно занимает ученых. В работах Ван-Беммелиона (1910г.), Освальда (1922г.), Куна (1924г.), при рассмотрении состояния связанной влаги в коллоидных системах, было выделено несколько форм связи влаги.

Изучение форм и видов связи влаги в пищевых продуктах в целом и в мясопродуктах в частности, серьёзно началось в первой четверти XX века. Этой проблеме были посвящены работы Брунауэра, Освальда, Думанского и других. При этом превалировало два подхода. При первом формы связи влаги с материалом дробились на большее их число так, например Кун предложил классификацию по которой выделялось 6 форм связи влаги с материалом. При втором (Поляни-1920г., Ньютон и Горнер –1932г.), вся влага в продукте делилась на свободную и связанную. Последняя классификация, несмотря на её недостатки, прижилась в технологии мяса и до настоящего времени водосвязывающая способность мяса и мясопродуктов определяется методами прессования и центрифугирования, при которых определяется количество свободной и связанной влаги.

Академиком П.А. Ребиндером предложена наиболее совершенная классификация форм и видов связей влаги в пищевых продуктах. В этой классификации выделены четыре основных формы связи влаги:

- химически связанная влага в виде гидроокисильных ионов, гидратов и конституционная вода кристаллогидратов;
- адсорбиционно связанная влага, в основном соответствующая мономолекулярному слою. В зависимости от природы поверхности изотермы адсорбции водного пара отличаются друг от друга, что связано с величиной краевого угла смачивания или с непрерывным переходом от монослоя при увеличении его толщины к толстой пленке объемной жидкости, т.е. свободной воды;
- осмотическая влага в не разрушенных клетках, удержанная благодаря повышенному осмотическому давлению растворов органических и неорганических веществ;
- капиллярно связанная вода. В случае положительного смачивания давление пара над мениском в капилляре всегда ниже, чем над его плоской поверхностью.

При производстве мясопродуктов, особенно колбасных изделий, большое значение имеет учет водосвязывающей способности (ВСС) исходного сырья. Эта проблема обострилась в последнее время в связи с появлением мясного сырья, имеющего свойства резко отличаться от нормального, обусловленными возникающими у животных стрессами, связанными в основном с особенностями промышленного откорма животных. При этом возникает два порока PSE и DFD, причем, согласно исследований специалистов Московского института прикладной биотехнологии и ряда зарубежных ученых, доля мясного сырья с этими пороками составляет в некоторых партиях скота до 30 %. Мясо PSE (бледное, мягкое, эксудативное) не рекомендуется использовать при производстве вареных колбас из-за низкой ВСС и оно также имеет большие потери при холодильной обработке и хранении (в несколько раз больше чем мясо нормальное и DFD до 7 %). В то же время мясо DFD (темное, жесткое, сухое) не рекомендуется использовать при

производстве сырокопченых и сыровяленых колбас, так как, во-первых, из-за высокой ВСС возрастает длительность процесса сушки и энергетические затраты на обезвоживание, а во-вторых, оно имеет высокие значения показателя pH, что ухудшает качество конечной продукции. Кардинальным решением этой проблемы является выведение новых пород скота, более приспособленных к современным условиям содержания и кормления и менее подверженных стрессам. Однако, это долгий и дорогостоящий путь, а в обозримом будущем необходимо научиться рационально использовать имеющееся мясное сырье, в том числе и мясо с пороками DFD и PSE, и начинать над с его сортировки перед использованием.

Для сортировки мясного сырья наибольшее распространение получил метод определения величины показателя pH через 1 и 24 часа после убоя. При этом по величине  $pH_1$  отсортировывают мясо PSE, а по величине  $pH_{24}$  разделяют мясо нормальное и DFD. Этот метод сортировки основан на том, что кинетика снижения показателя pH выше у мяса PSE, ниже у нормального мяса, а у мяса DFD показатель pH после убоя практически не изменяется. Однако, метод сортировки мясного сырья по показателя pH не пригоден для мяса прошедшего стадию созревания, а также размороженного, в то время как такое сырье широко используется в производстве. Для определения величины ВСС мяса, которая однозначно связана с величиной pH, известно несколько различных методов. Так для лабораторного контроля водосвязывающей способности мясного сырья наиболее широкое распространение получил метод прессования на фильтровальной бумаге. Однако этот метод, так же как и метод центрифугирования, имеет большую трудоемкость, вследствие необходимости проведения свыше 10 различных операций и невысокую точность измерения. К экспрессным методам определения ВСС можно отнести метод измерения электропроводности, метод прессования образца откалиброванной пружины, а также метод с использованием капиллярного волюметра Хофмана. Однако все эти методы имеют ряд общих недостатков, обусловленных особенностями структуры и состава мясного сырья и необходимостью отбора проб для анализа с предварительной их подготовкой, что резко снижает их ценность.

Водосвязывающая способность мяса определяет свойства и поведение мяса в различных условиях. Она влияет и на водосвязывающую способность вырабатываемых из него различных мясопродуктов и, следовательно, на их свойства и выход. Однако это влияние трудно поддается количественной интерпретации. Дело в том, что даже в границах одной формы связи её прочность и влияние на свойства тканей неодинаковы. При автолизе мяса изменение доли адсорбционной влаги приводит к перераспределению воды в нем, вследствие чего уменьшается или увеличивается доля осмотической влаги. При соответствующих условиях (размораживание, нагрев мяса) это влияет на количество отделяемого сока. Поэтому первостепенное значение имеет изменение адсорбционно-связанной влаги.

При замораживании или сушки, когда вода отделяется от всех остальных компонентов тканей (кристаллизацией или испарением), все формы связи влияют на ход этих процессов хотя и не одинаково. То же относится к оводнению обезвоженного мяса.

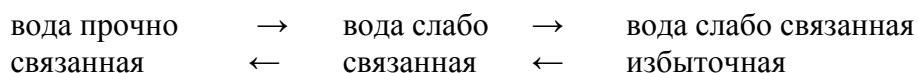
#### **Вода, формы ее связи и величина $A_w$ предопределяют:**

- скорость переваримости компонентов пищи;
- органолептические показатели;
- интенсивность протекания процессов обмена веществ;
- стабильность продукта при хранении.

В составе большинства мясопродуктов вода является преобладающим компонентом и связана с остальными элементами системы. Для различных видов изделий формы связи воды и их прочность существенно отличаются.

В производстве вареных колбасных изделий имеет значение не только влияние всех форм связи, но и количественное распределение влаги по этим формам. От этого зависят выход и качество продукции. Поэтому в практических удобнее характеризовать ВСС

мяса и мясопродуктов, руководствуясь в первую очередь прочностью связи, которую характеризует следующая динамическая схема (А.А. Соколов):



В зависимости от конкретного значения к прочно связанной влаге относится либо большая часть адсорбционной и влага микрокапилляров, либо также и часть осмотической (при сушке и замораживании). К слабосвязанной избыточной относится та часть влаги, которая может отделиться при технологической обработке с ущербом для качества или выхода продукта (потерь мясного сока при размораживании, отеки бульона при варке колбас и др.)

Зная роль форм связи влаги для каждого отдельного случая, можно вызывать сдвиг равновесия в желаемую сторону воздействием на способность составных частей и структуры тканей связывать адсорбционную, капиллярную или осмотическую влагу.

Прочносвязанная влага представляет собой адсорбционную влагу, которая удерживается в мясе за счет сил адсорбции, главным образом белками. Слабосвязанная полезная влага обеспечивает оптимальную сочность и консистенцию продукта и способствует усвоению пищи. Слабосвязанная избыточная влага может отделяться в процессе технологической обработки в виде бульона при варке колбас или при размораживании. При изготовлении колбас количество прочносвязанной влаги должно составлять 1/3 всей жидкости, если прочносвязанной влаги больше 1/3, то продукт получается твердым. Чем больше количество прочносвязанной влаги, тем меньше ее испарение. Так, при обжарке колбас потери за счет испарения составляют 7-8%. При сушке желательно, чтобы прочносвязанной влаги было меньше.

Как правило, большая часть воды связана относительно слабо (осмотическая), а меньшая часть адсорбционная и некоторая доля капиллярной влаги – более прочно. Соотношение прочно- слабосвязанной влаги обусловлено количеством, свойствами, строением и составом белковых веществ, липидов и присутствием аддитивов (добавок). От доли прочно и слабосвязанной влаги зависит выход готовой продукции, его прочностные свойства и сочность. Вода служит средой, в которой протекают все процессы обмена веществ и поэтому является одним из факторов, влияющих на ход пищеварения. Показано, что лучший эффект усвоения мясных изделий в организме имеет место при соотношении белок: жир: вода – 1:1(0,8): 4(5).

Количество воды в продукте не только обуславливает интенсивность переваримости компонентов пищи, но и продолжительность хранения в связи с возможным развитием микрофлоры.

В связи с последним обстоятельством важное значение приобретает определение показателя  $A_w$  – активность воды, характеризующего формы связи влаги и ее свойства.

### Вопросы для самоконтроля

1. Основные формы связи влаги.
2. Значение водосвязывающей способности при производстве мясопродуктов.
3. Мясо DFD и PSE.
4. Значение форм связи влаги в технологической практике.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 565 с. (ISBN 978-5-9532-0643-3).

*Дополнительная*

1. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
2. Данилова, Н.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Н.С. Данилова. – М.: КолосС, 2008. - 280 с. (ISBN 978-5-9532-0513-9).
3. Производство мясной продукции на основе биотехнологии / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов, В.А. Алексашина. – М.: ВНИИМП, 2005. – 369 с.

## ТЕМА 6

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТОЯНИЯ ВЛАГИ В МЯСЕ И МЯСОПРОДУКТАХ

**Цель:** изучить методы исследования массовой доли влаги, активности воды, влагосвязывающей способности в мясе и мясопродуктах.

**Объекты исследования:** образцы мясного фарша от разных видов животных (крупного рогатого скота, свиней, птицы).

**Материалы, реактивы, оборудование:** вода дистиллированная, фильтровальная бумага, бумага с вкладышем из фильтровальной бумаги, кружки из полиэтилена диаметром 15-20 мм, потенциометр (рН-метр), гиля массой 1 кг, стеклянные или плексигласовые пластинки размером 10\*10 см, аппарат Чижовой или прибор ВЧ, весы аналитические.

#### Подготовка проб

Пробы мяса и продуктов освобождают от оболочек и измельчают.

Пробы колбасных изделий, вареных, варено-копченых, копчено-запеченных и жареных продуктов, фаршевых консервов, а также соленого бекона два раза измельчают на бытовой или электрической мясорубке и тщательно перемешивают.

Пробы сырокопченых колбас дважды измельчают на электрической мясорубке или нарезают острым ножом на круглые ломтики толщиной не более 1 мм, после чего их режут на полоски и рубят ножом так, чтобы размер частиц не превышал 1 мм, все тщательно перемешивают.

Пробы паштетов, студней и зельцев измельчают на бытовой или электрической мясорубке один раз и тщательно перемешивают.

Подготовленную пробу помещают в стеклянную банку с притертой пробкой вместимостью 200-400 см<sup>3</sup>, заполнив ее полностью, и хранят при температуре от 3 до 5 °С в течение 24 ч.

Химический состав мяса характеризуется наличием следующих основных компонентов: воды, белка, жира, минеральных веществ. Количество составляющих компонентов зависит от породы, пола, возраста, упитанности животных. Молодые животные обладают меньшей способностью откладывать жир, поэтому в их теле содержится мало жира и много воды. В растущем организме преимущественно образуются белки. С возрастом уменьшается количество воды, увеличивается количество жира, повышается энергетическая ценность мяса. С повышением упитанности в туше увеличивается содержание жира при уменьшении воды.

С содержанием жира в мясе тесно связано содержание влаги и сухих веществ: чем выше содержание жира, тем соответственно меньше в мясе влаги и больше сухих веществ. Содержание в мясе белков в меньшей степени связано со степенью его жирности.

Влажность продуктов – весьма важный показатель при оценке качества мясных продуктов, который влияет на сохранность выход, консистенцию и другие технологические характеристики

#### Определение влаги в мясе высушиванием в сушильном шкафу при температуре сушки 100–105 °С.

В предварительно высушенную до постоянной массы пустую бюксу, помещают 5 г продукта, взвешивают с точностью до 0,0002 г и сушат в сушильном шкафу при температуре 100-105 °С. Первое взвешивание проводят через 1-3 часа высушивания, а последующие, через 30 минут до тех пор, пока разница между двумя взвешиваниями

после повторного высушивания не будет превышать 0,001-0,005 г, а при содержании влаги до 2 % не более 0,0002 г. Перед взвешиванием бюксу охлаждают 20-25 минут в эксикаторе. Общая продолжительность высушивания в этих условиях до 5-7 часов. Содержание влаги X (%) рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M} \cdot 100$$

где M<sub>1</sub>- масса навески с бюксой до высушивания, г;

M<sub>2</sub>- масса навески с бюксой после высушивания, г;

M- масса пустой бюксы, г;

Для ускорения процесса к навеске можно добавить 5 мл 95 % этанола. После перемешивания стеклянной палочкой навеску выдерживают на водяной бане (80-90 °С) до исчезновения запаха спирта, после чего помещают в сушильный шкаф.

### **Определение водосвязывающей способности мяса методом прессования планиметрическим**

Метод (по Грау-Хамму в модификации Воловинской-Кельман) основан на выделении воды исследуемым образцом при легком его прессовании, сорбции выделяющейся воды фильтровальной бумагой и определении количества отделившейся влаги по размеру пятна, оставляемого ею на фильтровальной бумаге. Достоверность результатов может быть обеспечена при трехкратной повторности определения.

Для определения влагосвязывающей способности (ВСС) навеску можно взвешивать на торсионных или технических весах с точностью до третьего знака после запятой, что значительно сокращает продолжительность взвешивания при сохранении достаточной точности.

#### **Порядок выполнения работы.**

Навеску мясного фарша (0,3 г) взвешивают на весах на кружке из полиэтилена диаметром 20-25мм, после чего ее переносят на беззольный фильтр, помещенный на стеклянную или оргстеклянную пластинку так, чтобы навеска оказалась под кружком.

Сверху навеску накрывают такой же пластинкой, как и нижняя, устанавливают на нее груз массой 1кг и выдерживают в течение 10 минут. После этого фильтр с навеской освобождают от груза и нижней пластинки, а затем карандашом очерчивают контур пятна вокруг спрессованного продукта. Внешний контур вырисовывается при высыхании фильтровальной бумаги на воздухе. Площади пятен, образованных спрессованным продуктом и адсорбированной влагой измеряют планиметром или с помощью трафарета. Размер влажного пятна (внешнего) вычисляют по разности между общей площадью пятна и площадью пятна, образованного продуктом.

Экспериментально установлено, что 1см<sup>2</sup> площади влажного пятна фильтра соответствует 8,4 мг воды.

Содержание связанной воды вычисляют по формуле:

$$X_1 = \frac{(A - 8,4 \cdot B) \cdot 100}{M_0}$$

где X<sub>1</sub> – содержание связанной влаги, % к мясу;

A – общее содержание влаги в навеске, мг;

B – площадь влажного пятна, см<sup>2</sup>;

M<sub>0</sub> – масса навески мяса.

$$X_2 = \frac{(A - 8,4 \cdot B) \cdot 100}{A}$$

где X<sub>2</sub> – содержание связанной влаги, % к общей влаге.

### **Определение активной кислотности потенциометрическим методом**

Показатель pH – это логарифм концентрации ионов водорода. От концентрации ионов водорода в мышечной ткани зависит влагосвязывающая способность мяса, влияющая на выход готового продукта, потери массы при технологической обработке и хранении, а также устойчивость продукта в отношении гнилостным микробам, так как последние

чувствительны к снижению этого показателя. На рис. 3.1 дана шкала для различных веществ, в том числе для пищевых продуктов. Для определения показателя активной кислотности наряду с индикаторным методом наибольшее распространение получил потенциометрический метод.

**Принцип метода.** Потенциометрический метод определения показателя активной кислотности основан на определении электрического потенциала.

Обычный лабораторный рН-метр состоит из электрода сравнения с известной величиной потенциала и рабочего (индикаторного) электрода, чаще всего стеклянного, потенциал которого обусловлен концентрацией ионов водорода испытуемой среде (рис. 3.2). Электроды соединены с измерительным блоком, на котором индицируется значение рН и часто температура исследуемой среды. При использовании компенсационного электрода проводится корректировка измеренного значения рН с учетом температуры.

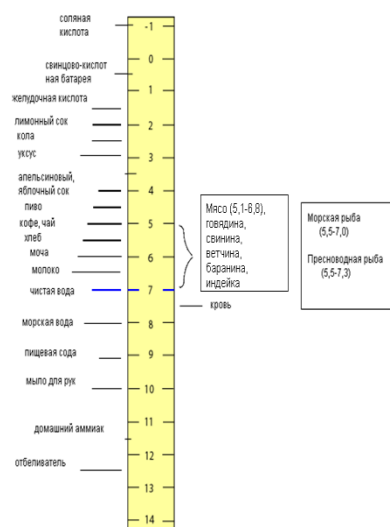


Рис. 1 - Шкала значений рН

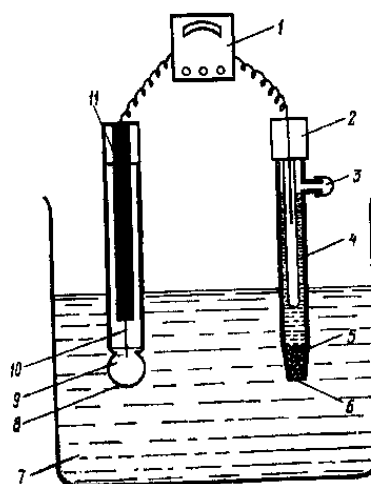


Рис. 2- Принципиальная схема рН-метра  
1 – измерительный прибор; 2 – электрод сравнения;  
3 – отверстие в электроде; 4 – каломель; 5 – кристаллы хлорида калия; 6 – пористая мембрана; 7 – раствор; 8 – пористое стекло; 9 – 0,1 М раствор соляной кислоты; 10 – серебряная проволока. Покрытая хлоридом серебра; 11 – стеклянный электрод

### Ход анализа

Измельченную пробу исследуемого продукта размешивают в дистиллированной воде в соотношении 1:10, настаивают в течении 0,5 часа при постоянном перемешивании и фильтруют через бумажный фильтр.

Перед измерением прибор настраивают по стандартным буферным растворам с рН 4,01 и 6,86.

Измерения проводят в следующей последовательности. Включают рН-метр используя клавишу «ON/OFF» с переходом в режим измерения рН с помощью клавиши «mV/pH». Затем помещают в водную вытяжку исследуемого образца комбинированный электрод. Для установления показаний, которые считываются с индикатора прибора необходимо не более 3 мин. После измерения электрод тщательно промывают дистиллированной водой и насухо вытирают салфеткой или фильтровальной бумагой. После этого цикл измерения рН повторяется.

Для повышения производительности и точности измерений рекомендуется последовательно измерять несколько образцов в одном и том же порядке. Повторность опытов должна быть не менее пятикратной.

### Оборудование

1. pH-метр pH-410 (Аквилон)
2. Магнитная мешалка
3. Стеклоянные стаканы вместимостью 50 и 200 мл

### Реактивы и материалы

1. Буферный раствор с pH = 4,01
2. Буферный раствор с pH = 6,86

### Определение активности воды в мясе и мясных продуктах

Согласно барьерной технологии к основным факторам обеспечивающим безопасность пищевых продуктов наряду с пониженной (холодильная обработка и хранение) и повышенной (пастеризация и стерилизация) температурой, пониженным значением окислительно-восстановительного потенциала, наличия консервантов и конкурирующей микрофлоры относятся пониженные значения активности воды ( $a_w$ ) и pH. В табл. 4.1 приведено распределение мясных продуктов по срокам хранения в зависимости от значений этих двух показателей.

Таблица 6- Классификация мясных продуктов по срокам хранения

| Группа стойкости при хранении       | Критерии  |         | Температура хранения, °C |
|-------------------------------------|-----------|---------|--------------------------|
|                                     | $a_w$     | pH      |                          |
| А – скоропортящиеся                 | >0,95     | >5,2    | < 5                      |
| В – портящиеся                      | 0,95-0,91 | 5,2-5,0 | <10                      |
| С – стойкие при длительном хранении | ≤0,95     | ≤5,2    | Охлаждение не требуется  |
|                                     | ≤0,91     | -       |                          |
|                                     | -         | ≤5,0    |                          |

Хорошо известно, что показатель активности воды в пищевых продуктах является одним из важнейших параметров безопасности, с одной стороны, с другой, благодаря своей термодинамической природе он в значительной мере формирует направление и кинетику массообменных процессов обработки сырья и хранения готовых продуктов.

Показатель активности воды ( $a_w$ ,  $a_w$  – *Water activity, Wasseraktivität*), введенный в отношении пищевых продуктов Скоттом (Scott W.J.), характеризует связь влаги в материале и возможность микроорганизмов использовать ее для своей жизнедеятельности. Активность воды продукта является функцией влагосодержания и уменьшается при его снижении за счет повышения концентрации растворенных в воде веществ, в первую очередь низкомолекулярных.

По мнению американских ученых концепция “активности воды” входит в десятку важнейших открытий в области современных пищевых технологий.

Активность воды определяется как отношение парциального давления водяного пара  $p$  над поверхностью продукта к давлению насыщенного водяного пара  $p_0$  при той же температуре.

Для определения показателя активности воды используются различные методы, в том числе манометрические, температурные, гигрометрические и гравиметрические. Согласно национальному стандарту ГОСТ Р ИСО 21807-2012 – «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Определение активности воды», для определения активности воды используется 7 различных методов. Но наибольшее распространение

получили гигрометрический (электролитический или электросорбционный) и криоскопический методы.

### Определение активности воды гигрометрическим методом

**Принцип метода.** Гигрометрический метод определения показателя активности воды основан на определении равновесной относительной влажности в замкнутом объеме над поверхностью исследуемой пробы. Для реализации метода используются усовершенствованные гигрометры, использующие датчики различной конструкции: электро-сорбционные, электролитические и сорбционно-частотные. На рис. 4.1 показан внешний вид анализатора активности воды HygroPalm (Rotronic, Швейцария). На рис. 4.2 представлены комплектующие приспособления к этому анализатору.



Рис. 2- Анализатор активности воды HygroPalm

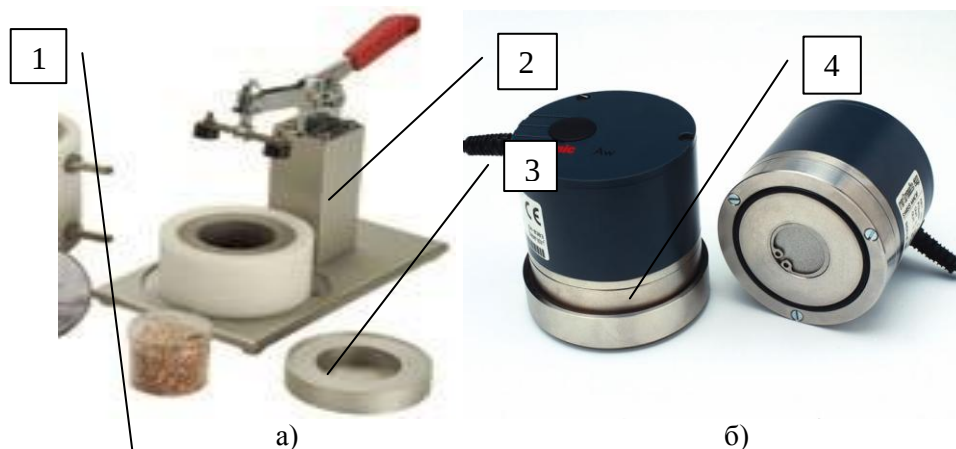


Рис. 3- Комплектация анализатора активности воды HygroPalm:  
а) 1 – кювета с образцом; 2 – подпрессовщик; 3 – корпус;  
б) 4 – измерительная станция

### Ход анализа

Навеску исследуемого образца массой 20-40 г помещают в измерительную кювету и закрывают крышкой. Затем проводят термостатирование при температуре измерения (обычно от 20 до 25 °С) в течении 3-4 часов до выравнивания температуры образца с температурой окружающей среды. Затем кювету с образцом помещают в корпус, снимают крышку с кюветы и сверху устанавливают измерительную станцию. Для повышения герметичности производят фиксации подпрессовщиком. После этого включают гигрометр, на индикаторе которого отображаются значения температуры и активности воды. После того как наступает гигротермическое равновесие о котором свидетельствует появление напротив значений активности воды и температуры появления разнонаправленных треугольных символов снимают показания прибора.

### Оборудование

1. Анализатор активности воды Rotronic HygroPalm
2. Кюветы для образцов

### Определение активности воды криоскопическим методом

**Принцип метода.** Криоскопический метод определения показателя активности воды основан на определении температуры замерзания (криоскопической точки) образца и пересчете ее в показатель активности воды.

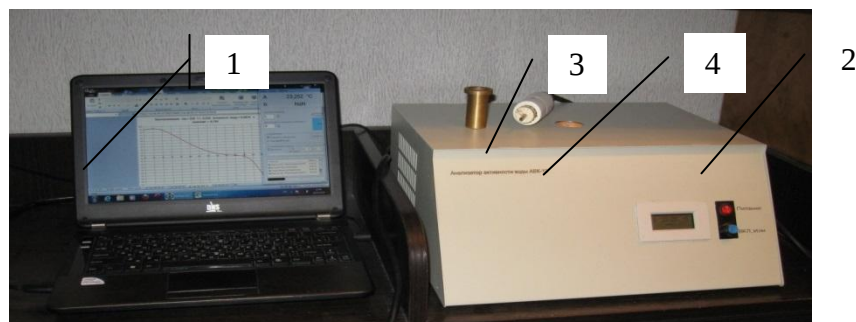


Рис. 4 - Анализатор активности воды АВК-10  
1 – ПК; 2 – АВК-10; 3 – кювета для пробы; 4 – датчик температуры

### Ход анализа

Навеску исследуемого образца массой 5-7 г помещают в металлическую измерительную кювету. После этого в образец вставляют измерительный зонд, представляющий собой кварцевый термометр, конструктивно оформленный в виде заостренного с одной стороны штыря. После этого кювету с зондом помещают в корпус холодильника анализатора активности воды серии АВК. Затем включают питание холодильной и измерительной частей анализатора. На мониторе ПК, подключенного к анализатору АВК появляется диаграмма, отражающая ход процесса охлаждения образца в реальном времени. После достижения криоскопической температуры, визуально определяемой по наличию перегиба на термограмме замораживания (рис. 4.4) через 30 с производится обработка результатов измерения и на мониторе индицируются значения криоскопической температуры и активности воды в исследуем образце.

После этого кювету извлекают из холодильника, зонд вытаскивают из кюветы, кювету освобождают от пробы. После этого цикл измерения повторяют.

### Оборудование

1. Анализатор активности воды АВК-10
2. Кюветы для образцов

### Вопросы для самоконтроля

1. Как проводят подготовку проб для анализа мяса и мясопродуктов?
2. Определение влаги в мясе высушиванием в сушильном шкафу при температуре сушки 100–105 °С;
3. Определение содержания жира методом экстракции из высушенных навесок;
4. Определение содержания минеральных веществ (зола) сухой минерализацией образцов в муфельной печи при температуре 450-600 °С;
5. Определение водосвязывающей способности мяса методом прессования планиметрическим.
6. Определение pH.
7. Определение активности воды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М. : КолосС, 2009. – 565 с. (ISBN 978-5-9532-0643-3).

*Дополнительная*

1. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
2. Данилова, Н.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Н.С. Данилова. – М.: КолосС, 2008. - 280 с. (ISBN 978-5-9532-0513-9).
3. Производство мясной продукции на основе биотехнологии / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов, В.А. Алексашина. – М.: ВНИИМП, 2005. – 369 с.

## ТЕМА 7

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСЕРВАНТОВ НА ХРАНЕНИЕ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

**Цель:** изучить консерванты, используемые в пищевой промышленности, их влияние на мясо и мясопродукты и направления использования.

#### 7.1 Консерванты и требования к ним

Консервантами называют химические вещества, которые добавляют к пищевым продуктам для подавления развития нежелательных микроорганизмов, главным образом бактерий, плесневых грибов, дрожжей.

Консерванты не следует путать со средствами дезинфекции. Консерванты если и убивают микроорганизмы, то делают это во много раз медленнее, чем дезинфектанты. Консерванты не могут компенсировать низкое качество сырья и нарушение правил производственной гигиены. Если продукт сильно бактериально загрязнен или начал портиться, консерванты уже бесполезны. Консерванты позволяют увеличить сроки хранения готовых продуктов и сырья, а также предохранить сырье от порчи в процессе технологической переработки. Консерванты обычно применяют в тех случаях, когда другие способы сохранения продукта невозможны.

Применение химических консервантов ограничивается, так как будучи токсичными для микроорганизмов, они являются вредными и для человека. Поэтому их используют в очень небольших концентрациях, безвредных для организма. В пищевой промышленности химические консерванты применяют главным образом в сочетании с другими методами консервирования.

По химическому составу это чаще всего кислоты, а их действие обусловленное присутствием свободной, недиссоциированной молекулы, тесно связано с кислотностью среды.

К пищевым химическим консервантам относят двуокись серы и ее производные, бензойную, сорбиновую, пропионовую, молочную, уксусную, винную, лимонную, дегидроацетовую кислоты и некоторые их соли, эфиры p-оксибензойной кислоты и др. Борную, салициловую, муравьиную кислоты, формальдегид, перекись водорода в последнее время в большинстве стран не применяют.

К веществам, которые могут оказывать консервирующее действие, но не являются консервантами, в строгом смысле этого слова, относятся поваренная соль, сахар, копильный дым, этиловый спирт, нитрит натрия и др.

Требования к консервантам. Консерванты должны удовлетворять ряду требований. Они должны обладать широким спектром антимикробного действия, чтобы противостоять росту нежелательных для данного пищевого продукта микроорганизмов и препятствовать образованию токсинов.

При этом консерванты не должны оказывать отрицательное влияние на традиционные микробиологические процессы, характерные для производства некоторых пищевых продуктов, например, созревание сырокопченых колбас.

При использовании консервантов не допускается их взаимодействие с пищевыми компонентами, придание неприятного привкуса или запаха продукту. Консерванты должны быть безвредны для человека, хорошо выводиться из организма и не образовывать в нем токсические вещества при расщеплении. Обязательным является наличие гигиенического свидетельства для применения в конкретной пищевой отрасли. По качеству и чистоте они должны соответствовать определенным национальным и международным требованиям.

Важными требованиями являются простота применения, хорошая растворимость в воде и доступная цена консерванта.

В применении консерванты могут оказывать бактерицидное действие (уничтожать микроорганизмы) или останавливать или замедлять рост и размножение микроорганизмов неодинакова. Поэтому консерванты зачастую используют не по отдельности, а в сочетании друг с другом. Она также зависит от физико-химических свойств самого продукта (в число важнейших факторов входят кислотность и содержание воды) и способа его технологической обработки.

## 7.2 Методы использования консервантов

Методы использования консервантов различны. Одни, такие как сорбиновая кислота (Е 200) или бензоат натрия (Е 211) вводятся непосредственно в продукт, преимущественно в виде растворов. Другие предназначены только для обработки поверхности продуктов и тары, например, цитрусовые опрыскивают дифенилом (Е230), ортофенилфенолом (Е 231) и ортофенилфенолятом натрия (Е 232), а сернистым газом (диоксид серы Е 200) обрабатывают сухие овощи и фрукты.

Наиболее используемыми консервантами считаются поваренная соль, этиловый спирт, уксусная, сернистая, сорбиновая, бензойная кислоты и некоторые их соли.

Сорбиновая кислота (Е 200) и ее соли, в особенности сорбат калия (Е 202) активно используются практически во всех отраслях пищевой промышленности - от хлебопечения до виноделия. Сорбиновая кислота и сорбат калия наиболее эффективны в борьбе с дрожжами и плесенью; при этом они применимы для сохранения как сильно, так и слабокислых продуктов и отличаются только способностью растворяться в воде. Сорбат калия обычно используется для консервации продуктов с большим содержанием воды.

Низин (Е 234) - антибиотик естественного происхождения, продукт жизнедеятельности молочнокислых бактерий. Он активно подавляет рост термоустойчивых грамположительных спорообразующих бактерий, предотвращает образование ботулиновых токсинов. Применяется в производстве сыров и других молочных продуктов, овощных, мясных и рыбных консервов, а также в виноделии, пивоварении и хлебопечении.

Бензоат натрия (Е 211) - широко распространенный консервант, используется при приготовлении майонезов, кетчупов, рыбопродуктов, безалкогольных напитков, консервировании овощей и фруктов и пр. Представляет собой белый порошок без запаха. Бензойная кислота и ее соли (Е 210 - 213) даже в небольших количествах тормозят рост аэробных микробов, а при более высокой концентрации подавляют дрожжевые и плесневые грибы. Бензойная кислота наиболее эффективна в кислой среде, ее активность усиливается в присутствии фосфатов и хлоридов и снижается в присутствии белков.

Двуокись серы и ее производные (Е 220-228) используются при производстве многих продуктов и полуфабрикатов, а также для дезинфекции тары. Эти вещества активно действуют на плесневые грибы, дрожжи и аэробные бактерии, и в меньшей степени - на анаэробные бактерии.

Нитрит натрия (Е 250) применяется, в основном, в производстве мясопродуктов для решения сразу двух задач: сохранения привлекательного розоватого цвета мяса при его термической обработке и для подавления жизнедеятельности микроорганизмов. Поскольку это вещество небезопасно в увеличенных дозах, его использование строго регламентируется. Так, его вводят только в виде специальных посолочных смесей, состоящих из поваренной соли и небольшого количества самого нитрита натрия. Что же касается нитрата натрия или селитры (Е 251), который до недавнего времени использовался также широко и в тех же целях, что и нитрит натрия, то сейчас он практически не применяется в пищевой промышленности.

Диоксид углерода (Е 290) используется в производстве безалкогольных напитков и пива, в хлебопечении, а также - в твердой форме - как хладагент при транспортировке и хранении охлажденных и скоропортящихся продуктов.

Пропионовая кислота и ее соли (Е 280-283) рекомендуются в качестве основного консерванта (или в комбинации с сорбиновой кислотой и ее солями) для сыроварения.

Пропионаты также используются при производстве других молочных продуктов и в хлебопечении.

Молочная кислота (Е 270) образуется в процессе молочнокислого брожения и, благодаря низкому значению рН, широко используется в качестве консерванта при изготовлении сыра и целого ряда других молочных продуктов.

Муравьиная кислота и ее производные (Е 236-238) используются, в основном, при консервировании овощей и производстве безалкогольных напитков. (подробнее об этом

Для подавления развития таких микроорганизмов, образования ими токсинов и увеличения сроков годности пищевых продуктов в них добавляют пищевые добавки, называемые консерванты. Консерванты не могут компенсировать низкое качество сырья и нарушение правил производственной гигиены. Если продукт сильно бактериально загрязнен или начал портиться, консерванты уже бесполезны.

Как мы знаем консерванты можно условно разделить на собственно консерванты и вещества, обладающие консервирующим действием. Собственно консерванты - их действие направленно непосредственно на клетки микроорганизмов, а консервирующие вещества отрицательно влияют на микробы в основном за счет ухудшения условий их существования. Соответственно каждый консервант проявляет антимикробную активность только в отношении части возбудителей порчи пищевых продуктов. Иными словами, каждый консервант имеет свой спектр действий.

### **7.3 Механизм действия консервантов**

Механизм действия консервантов на возбудителей порчи многообразен. Иногда блокируется одна стадия метаболизма клетки вредного микроорганизма, но чаще отдельные факторы воздействия дополняют друг друга.

Поскольку консерванты проявляют антимикробную активность каждый в отношении части возбудителей порчи, сочетание консервантов, прежде всего, приводит к расширению спектра действия. На практике можно ожидать заметного эффекта в отдельных случаях сочетания консервантов. Высокоэффективно, например, сочетание консервантов с физическими методами консервирования: нагреванием, охлаждением и т.д. Выбор консервантов и их дозировок зависит от степени бактериальной загрязненности, условий хранения, физико-химических свойств изделия.

### **7.4 Регуляторы кислотности**

Вещества, устанавливающие и поддерживающие в пищевом продукте определенное значение рН - это регуляторы кислотности. Добавление кислот снижает рН продукта, добавка щелочей увеличивает его, а добавка буферных веществ поддерживает рН на определенном уровне.

В производстве мясо- и рыбопродуктов поддержание кислой реакции среды необходимо для оптимизации протекания процессов созревания, поэтому регуляторы кислотности в мясо - и рыбоперерабатывающей промышленности часто называют интенсификаторами созревания. Эти вещества активизируют протеазы мышечной ткани путем снижения рН до значения 5-5,5. В качестве интенсификаторов созревания используют глюконо-дельта-лактон (ГДЛ) Е575, пищевые кислоты, кислые соли, ацетат натрия.

Консерванты - это широкая группа веществ, противодействующих жизнедеятельности бактерий. Добавление консервантов в продукты питания позволяет существенно увеличить срок годности последних. Пути воздействия на бактерии, а равно сами структуры этих пищевых добавок сильно разнятся; фактически, единственное, что их объединяет - это функция продления срока годности. Так, например, древнейшими представителями консервантов являются соль, вино, мёд, сахар, лимонная и уксусные кислоты, этиловый спирт. Сегодня в качестве консервантов применяют, в основном, производные кислот органических соединений.

### 7.5 Методы исследования действия консервантов на продукты питания

Консервирующее действие бензойной кислоты впервые было описано в 1875 г. Флемом (Strahlmann 1974), который искал заменитель уже известной к тому времени салициловой кислоты. Он же доказал связь между этими двумя кислотами и карболовой кислотой. В отличие от салициловой кислоты, бензойную не умели синтетически производить в промышленных масштабах и именно поэтому до начала следующего века ее не использовали (в 1908 г. в США разрешено ее применение в продуктах питания). С тех пор бензойная кислота и ее соли широко применяются во всех странах как консерванты пищевых продуктов, прежде всего, из-за своей низкой цены, но в последнее время их все чаще заменяют другими, менее токсичными консервантами.

Бензоат натрия хорошо борется с микроорганизмами: бактериями, дрожжами и грибами; он малозаметен на вкус и обладает умеренной токсичностью. Мы получаем его из газированных и негазированных напитков, фруктов и фруктовых соков, сиропов, оливок, солений и специй. В натуральных продуктах он содержится в яблоках, изюме и клюкве, корице и гвоздике.

#### Тестирование продуктов на содержание в их составе консервантов

##### Отбор проб и нахождение в них консервантов.

Качественно натрий обнаруживают по характерной желтой окраске пламени его летучими соединениями и по наиболее четко выраженным спектральным линиям 589,0 и 589,9 нм. Количественно натрий определяют пламенной фотометрией (вплоть до 0,0002 мг/л), спектр. Или гравиметрическими методами. В последнем случае натрий отделяют от др. щелочных элементов в виде хлорида, сульфата или перхлората, чаще-в виде  $\text{NaM}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , где М - Mg, Zn, Mn, Ni, с последующим оксидиметрическим титрованием, а также используют люминесцентное, колориметрический, нефелометрический (при малых содержаниях натрия) определения. Используют хроматографический, радиометрический и спектрофотометрический методы определения натрия

Способ одновременного качественного и количественного определения карбоновых кислот и альдегидов методом газожидкостной хроматографии в водной среде включает предварительную обработку пробы дериватизирующим агентом. В качестве дериватизирующего агента используют трибутилборат в присутствии концентрированной соляной кислоты, реакционную смесь обрабатывают насыщенным раствором гидрокарбоната натрия, экстрагируют гексаном при соотношении водной и органической фаз 5:1 в присутствии ацетонитрила и хроматографируют. Достигается упрощение и повышение безопасности анализа.

Способ определения бензола и его этильных производных путем обработки неорганическим реагентом, прибавления щелочи, экстракции органическим растворителем и последующего фотометрирования окрашенного продукта. Целью повышения селективности, в качестве неорганического реагента используется 5%-ный раствор оксида ртути (II) в 60%-ной азотной кислоте, обработка реагентом проводится при 100°C в течение 10 мин, щелочь прибавляется к реакционной смеси до pH 5,6. Перед экстракцией реакционная смесь обрабатывается раствором хлорида 2,3,5 - трифенилтетразолия, экстракция осуществляется трихлорметаном, окрашенный экстракт отделяется, а перед фотометрированием к экстракту прибавляется этанол в количестве 20% от общего объема образующего раствора. Для качественного и количественного определения бензола, в т.ч. в смесях с органическими соединениями, широко применяется газовая хроматография, которая позволяет быстро и достаточно чувствительно определять содержание каждого компонента в смеси. Недостатком газохроматографического метода является необходимость калибровки прибора даже для качественного определения соединения, а также относительно высокая стоимость оборудования и расходных материалов.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Консерванты и требования к ним.
2. Методы использования консервантов.
3. Регуляторы кислотности.
4. Методы исследования действия консервантов на продукты питания.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***Основная*

1. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: КолосС, 2009. – 565 с. (ISBN 978-5-9532-0643-3).
2. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 2. Технология мясных продуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: КолосС, 2009. – 711 с. (ISBN 978-5-9532-06440).

*Дополнительная*

1. Данилова, Н.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Н.С. Данилова. – М.: КолосС, 2008. – 280 с. (ISBN 978-5-9532-0513-9).
6. Люк, Э. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение / Э. Люк, М. Ягер. – 3-е изд. : [пер. с нем.]. – СПб. : ГИОРД, 2000. – 256 с.

## ТЕМА 8

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСЕРВАНТОВ НА ХРАНЕНИЕ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ

**Цель:** изучить свойства пищевых веществ и консервантов, используемые в мясоперерабатывающей промышленности, их технологическое действие.

Удлинение сроков хранения готовой продукции приобретает особую актуальность в последнее время. Достижение этой цели осуществляется несколькими путями:

- жестким контролем за санитарно-гигиеническим состоянием поступающего сырья и условиями его обработки на всех этапах технологического процесса;
- созданием производственных условий, близких к асептическим;
- применением пастеризационных и пост пастеризационных режимов термообработки;
- использованием веществ – консервантов, вводимых непосредственно в сырье, либо ингибирующих развитие микрофлоры продукции, помещенной в полимерный упаковочный материал.

К консервантам относятся: поваренная соль, нитрит натрия, сахара, хлористый кальций, уксусная, лимонная, молочная, аскорбиновая кислоты и их соли. Угнетающее действие пищевых кислот на кишечную палочку и протей проявляется в концентрациях выше 0,1%. В ряде стран рекомендуется использовать в качестве консерванта бензойную кислоту или ее натриевую соль бензоат натрия, который хорошо растворим в воде (рекомендуемые концентрации от 0,1 до 0,4%). В составе многокомпонентной смеси импортного производства встречаются такие типы консервантов, как пропионовая кислота или пропионат натрия (0,03%), сорбиновая кислота и ее соли (0,001-1,2%).

**Соль поваренная пищевая** – основной ингредиент, используемый при посоле мяса. В зависимости от концентрации обладает бактериостатическим или бактерицидным действием, обеспечивает растворимость мышечных белков, формирует вкус. По физико-химическим показателям поваренная соль должна соответствовать ряду требований, из которых применительно к технологии мясопродуктов особенное значение имеют количество нерастворимых в воде веществ – не более 0,85% и массовая доля кальция и магния до 0,65%, которые способны инициировать взаимодействие миофибриллярных белков, то есть образование актомиозинового комплекса. Кроме этого соль оказывает влияние на развитие ферментативных систем.

#### **Технологическое действие поваренной соли:**

- повышение растворимости мышечных белков;
- влияние на развитие ферментных систем;
- бактериостатическое действие;
- формирование вкуса.

#### **Требуемые показатели:**

- величина КОЕ -  $<10^3$  клеток/г;
- количество водонерастворимых вещества -  $<0,85\%$ ;
- количество кальция и магния -  $<0,65\%$ .

**Нитрит натрия** используют в виде растворов с концентрацией обычно 1% или 2,5%, а при приготовлении рассолов – с концентрацией 0,05-0,1%. Роль нитрита натрия многофункциональна, кроме его участия в процессе образования нитрозопигментов, отмечена существенная роль нитрита натрия в формировании вкусоароматических характеристик, наличие антиокислительного действия на липиды, выраженное ингибирующее действие на рост микроорганизмов, токсигенных плесеней и образование ими токсинов. В частности, установленным является факт подавления развития сальмонелл, *Cl. botulinum* и частично *Escherichia Coli* при концентрациях нитрита натрия

0,01%. Полагают, что бактерицидное действие нитрита натрия обусловлено продуктом его восстановления — гидроксиламином.

Нитрит натрия ядовит и поэтому его положено хранить в сейфе, в герметичной упаковке, так как он легко адсорбирует влагу. Растворы нитрита натрия готовятся специалистами в лаборатории. Остаточный нитрит натрия может взаимодействовать с аминокислотами с образованием нитрозаминов, которые являются канцерогенными веществами. Нитрит натрия вводится в фарш на первой стадии куттерования и вместе с ним в фарш или в рассолы не рекомендуется вводить аскорбиновую кислоту во избежание интенсивного распада нитрита натрия.

#### **Технологическое действие нитрита натрия:**

- стабилизатор окраски мяса;
- антиокислительное действие;
- ингибитор развития ботулинуса и токсичных плесеней;
- участие в реакциях образования вкусоароматических веществ.

**Введение сахаров** (сахарозы) улучшает вкус мясопродуктов (смягчая солонуватость), повышает стабильность их окраски, поддерживает жизнедеятельность молочнокислой микрофлоры.

#### **Технологическое действие сахара:**

- улучшение вкуса;
- консервирующее действие;
- стабилизация окраски;
- поддержание деятельности молочнокислой микрофлоры.

Заметное улучшение вкуса соленых изделий отмечается при введении 1,5-2,5% сахара к массе сырья. Однако наличие в составе рассолов свыше 2% сахара может приводить к появлению слизей и плесеней (особенно при повышенных температурах). Следует отметить, что, кроме сахара (сахарозы), в мясном производстве широко используют **моносахариды** - фруктозу, глюкозу, декстрозу, как отдельно, так и в виде композиций с направленным технологическим действием. В частности, фруктоза, имеющая на 70% выше степень сладости, чем сахароза, даже при минимальных количествах введения обеспечивает получение выраженного вкуса у изделий. **Редуцирующие сахара** - мальтоза, глюкоза и декстроза, используемые вместо сахарозы, улучшают восстановительные условия среды, окислительно- восстановительные процессы в значительной степени ускоряются, вследствие чего их целесообразно использовать только в условиях кратковременного посола.

Хорошие результаты дает использование смесей, содержащих моно- (фруктоза, глюкоза, декстроза), ди- (сахароза, свекловичный или тростниковый сахар) и полисахаридов (крахмал, сиропы). Сорбит и ксилит - заменители сахара, применяемые при производстве изделий лечебного и диетологического характера. По сладости ксилит эквивалентен сахару; сорбит - вдвое менее сладок. Особенность сорбита заключается в том, что он не участвует в реакции Майяра (меланоидинообразования). В отличие от редуцирующих сахаров лактоза (молочный сахар) является медленно гидролизующим углеводом, в связи с чем ее целесообразно применять в технологиях мясных изделий с длительным периодом хранения.

### **Пищевые кислоты и их соли**

**Уксусная кислота (CH<sub>3</sub>COOH)** применяется в качестве компонента маринадов и как консервант.

**Молочная кислота** - одноосновная оксикарбоновая кислота используется в виде раствора, либо натриевой соли с нейтральным pH с целью стабилизации свойств готовой продукции при хранении, подавлении развития патогенных микроорганизмов, регулирования уровня водо-связывающей способности сырья, интенсификации процесса цветообразования.

**Аскорбиновая кислота (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) и аскорбинат) натрия.** Применяются для ускорения реакций образования окраски мясопродуктов, улучшения внешнего вида и повышения устойчивости цвета при хранении. Аскорбиновая кислота и аскорбинаты снижают остаточное содержание нитритов в готовом продукте на 22-38%, усиливают антибактериологические свойства нитрита, ингибируют образование нитрозоаминов в продукте на 32-35%. Оптимальное количество аскорбиновой кислоты и ее производных составляет 0,02-0,05% к массе сырья. Растворы аскорбиновой кислоты и аскорбината очень чувствительны к присутствию некоторых металлов, в связи с чем, их хранят в емкостях из пластмассы, алюминия или нержавеющей стали.

В технологии цельно-мышечных мясопродуктов применение аскорбината натрия является предпочтительным. Некоторые предприятия используют при посоле изоаскорбиновую (эриторбиновую) кислоту и ее соли, получаемые синтетическим путем. Изоаскорбинат натрия (эриторбат натрия) оказывает на сырье действие, аналогичное действию аскорбината или аскорбиновой кислоты.

**Эриторбат натрия применяют для:**

- улучшения процесса формирования цвета мясопродуктов;
- стабилизации и повышения устойчивости при хранении готовых изделий;
- предотвращения окисления жира;
- предотвращения образования нитрозоаминов в процессе термообработки;
- улучшения вкусо-ароматических характеристик готовой продукции.

При изготовлении цельномышечных и реструктурированных мясопродуктов эриторбат натрия используют в составе шприцовочных рассолов из расчета 0,05-0,06% к массе несоленого сырья. При приготовлении многокомпонентных рассолов эриторбат натрия добавляют в последнюю очередь, непосредственно перед использованием рассола. Приготовленный рассол, содержащий эриторбат натрия, можно хранить не более 48 часов при температуре 4-6 °С.

Эффективным средством, предотвращающим развитие дрожжей, плесеней и грибов на поверхности сырокопченых и сыровяленых мясопродуктов является «Натомакс», активным компонентом которого является натомицин, данный препарат используется для поверхностной обработки в виде 0,4% раствора. Хорошие результаты дает поверхностная обработка мясопродуктов, имеющих оболочку, дегидроацетоновой кислотой или ее натриевой солью. Этот препарат обладает широким спектром действия на все виды дрожжей, плесеней, на гнилостные бактерии и актиномицеты. Расход препарата – 250 г на одну тонну готовой продукции.

В качестве веществ, ингибирующих развитие микрофлоры и стабилизирующих качественные характеристики готовых мясопродуктов, упакованных в полимерные пакеты, чаще всего используют двуокись углерода, азот и их смеси.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Соль, поваренная, нитрит натрия, сахара. Их технологическое действие.
2. Пищевые кислоты и их соли.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

##### *Основная*

1. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: КолосС, 2009. – 565 с. (ISBN 978-5-9532-0643-3).
2. Рогов, И.А. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 2. Технология мясных продуктов / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин. – М.: КолосС, 2009. – 711 с. (ISBN 978-5-9532-06440).

##### *Дополнительная*

1. Данилова, Н.С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Н.С. Данилова. – М.: КолосС, 2008. - 280 с. (ISBN 978-5-9532-0513-9).
2. Люк, Э. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение / Э. Люк, М. Ягер. – 3-е изд. : [пер. с нем.]. – СПб. : ГИОРД, 2000. – 256 с.

## ТЕМА 9 ИЗУЧЕНИЕ БАРЬЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

**Цель:** изучить барьерную технологию, влияние внутренних и внешних факторов на микрофлору мяса.

Барьерная технология разработана сотрудниками Федерального центра исследования мяса (г. Кульмбах, ФРГ). Изначально барьерная технология базировалась на применении ограниченного числа барьеров (факторов), препятствующих развитию нежелательной микрофлоры в мясных продуктах. К этим барьерам в первую очередь относятся:

- повышенная температура  $F$  (стерилизация и пастеризация);
- пониженная температура  $t$  (обработка и хранение в охлажденном и замороженном виде);
- пониженные значения показателя  $pH$ ;
- пониженное значение показателя активности воды ( $a_w$ );
- пониженное значение окислительно-восстановительного потенциала  $rH_2$  ( $E_h$ );
- наличие консервантов ( $pres.$ );
- наличие конкурирующей микрофлоры.

В последние годы перечень известных и потенциальных барьеров физического, химического и биологического характера для развития нежелательных микроорганизмов существенно расширен (Ляйстнер, 1998) и составляет около 60 наименований. При этом значительное внимание уделяется гигиеническим показателям сырья - минимальной микробиологической обсемененности, а также упаковке.

При производстве сырых колбас наибольшее значение для подавления развития негативно технологических микроорганизмов имеют показатели активности воды,  $pH$ , окислительно-восстановительного потенциала, а также температура и конкурирующая микрофлора. Кратко рассмотрим основные характеристики этих барьеров и их роль при производстве сырых колбас. Иллюстрация действия барьерной технологии приведена на рисунке 2.

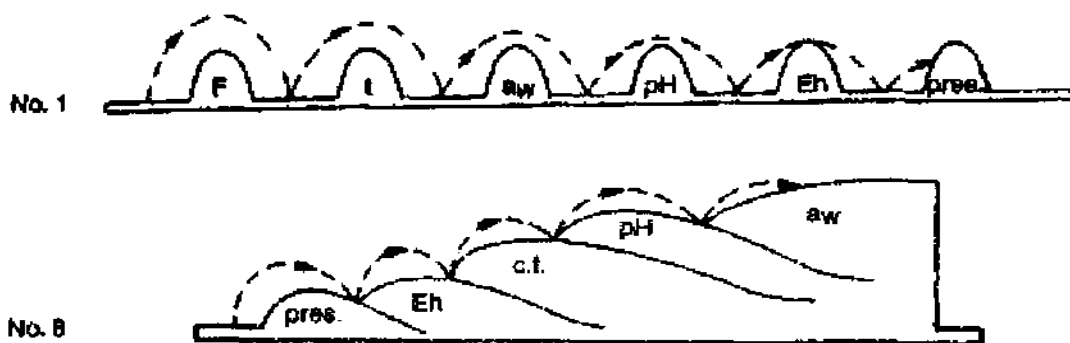


Рисунок 5.- Примеры применения барьерной технологии

Пример 1 иллюстрирует пищевой продукт, который имеет шесть барьеров: высокая температура ( $F$ ), низкая температура при хранении ( $t$ ), пониженные значения показателей активности воды ( $a_w$ ), кислотности ( $pH$ ), окислительно-восстановительного потенциала ( $E_h$ ), а также наличие консервантов ( $pres.$ ). Присутствующие микроорганизмы не могут преодолеть эти барьеры и, таким образом, продукту обеспечивается стойкость по отношению к микробной порче и безопасность в употреблении. Однако пример 1 – это только теоретический случай, так как все барьеры имеют одну и ту же высоту, т.е.

одинаковую интенсивность. В условиях реального производства интенсивность барьеров различна и определяется

Производство сырокопченых колбас иллюстрирует пример 8. Если при производстве соблюдается последовательность применения барьеров, особенно на разных этапах процесса ферментации или созревания, то в результате будет получен стойкий для хранения конечный продукт. Такая последовательность барьеров должна соблюдаться при производстве ферментированных колбас.

Прогностическая микробиология позволяет предсказать поведение тех или иных видов микроорганизмов имеющихся в пищевом сырье, полуфабрикатах и готовых продуктов. Это позволяет корректировать процессы изготовления и хранения для проектируемых пищевых продуктов.

### **Влияние внутренних факторов на микрофлору мяса**

К внутренним факторам, влияющим на микробиологическую ситуацию в процессе производства мясных продуктов можно отнести барьеры активной кислотности ( $pH$ ), активности воды ( $a_w$ ), окислительно-восстановительного (редокс) потенциала  $rH_2$  ( $E_h$ ), температуру продукта, наличие консервантов и конкурирующей микрофлоры.

#### **Активная кислотность ( $pH$ ).**

Показатель  $pH$  – это логарифм концентрации ионов водорода. От концентрации ионов водорода в мышечной ткани зависит влагосвязывающая способность мяса, влияющая на выход готового продукта, потери массы при технологической обработке и хранении, а также устойчивость продукта в отношении гнилостным микробам, так как последние чувствительны к снижению этого показателя.

В результате ферментативной активности отдельных групп микроорганизмов при заполнении колбасных оболочек фаршем происходит некоторое снижение показателя  $pH$ . В сырых колбасах – это, прежде всего молочнокислые микроорганизмы, как присутствующие в исходном сырье, так и вносимые в фарш с бактериальными препаратами. При этом из углеводов, содержащихся в колбасном фарше, образуются органические кислоты, главным образом молочная. Вследствие понижения ниже оптимального значения  $pH$ , бактерии расщепляющие белок, резко снижают размножение. Уменьшение  $pH$  должно проходить быстро и непрерывно, потому что после наполнения колбасных оболочек фаршем продолжается обмен веществ у всех видов микроорганизмов и нежелательное расщепление белков ими. В то же время имеющиеся на данный момент времени барьеры ( $A_w$ ,  $E_h$ , cons.) не всегда обеспечивают подавление нежелательной микрофлоры. Поэтому до получения подавляющей концентрации молочной кислоты может произойти опасное развитие негативно технологических микробов, сопровождающееся образованием токсичных метаболитов. Поэтому величину  $pH$  при производстве сырых колбас следует доводить до значений  $pH = 5,4...5,2$  и ниже. После достижения минимальной величины  $pH$ , которая для разных видов сырых колбас составляет от 5,2 до 4,2, этот показатель обычно постепенно повышается вплоть до 6,0 в традиционных сырых колбасах и до 4,8...5,2 в колбасах быстрого созревания. И хотя в традиционных сырых колбасах показатель  $pH$  становится снова благоприятным для развития микроорганизмов, расщепляющих белок, размножение их не происходит, потому что в этот момент более сильное подавление нежелательных микроорганизмов обеспечивается другими барьерами – и, прежде всего низкими значениями показателя  $A_w$ , полученными вследствие обезвоживания продукта и повышения концентрации растворенных веществ.

Понижение  $pH$  оказывает неблагоприятное действие на грамотрицательные бактерии, особенно на семейство *Enterobacteriaceae* и психрофильные бактерии рода *Pseudomonas*. Грамположительные бактерии, включая и лактобациллы, менее

чувствительны к понижению  $pH$ . Низкие значения ( $<5,2$ ) показателя  $pH$  негативно действуют на спорообразующие микроорганизмы, в том числе на бациллы.

Снижение показателя  $pH$  подавляет развитие не только негативно технологических микробов, но и влияет на активность тканевых ферментов и уменьшает влагосвязывающую способность.

Для измерения этого показателя применяются специальные приборы –  $pH$ -метры, принцип действия которых основан на потенциометрическом методе измерения. Обычный лабораторный  $pH$ -метр состоит из электрода сравнения с известной величиной потенциала и рабочего (индикаторного) электрода, чаще всего стеклянного, потенциал которого обусловлен концентрацией ионов водорода испытуемой среде. Электроды соединены с измерительным блоком, на котором индицируется значение  $pH$  и часто температура исследуемой среды. При использовании компенсационного электрода проводится корректировка измеренного значения  $pH$  с учетом температуры.

**Активность воды.** Показатель активности воды ( $A_w$ ,  $A_w$ ,  $a_w$ ,  $a_w$  - Water activity, Wasseraktivität), введен в отношении пищевых продуктов в пятидесятых годах прошлого века Скоттом (W.J. Scott). Показатель  $A_w$  характеризует связь влаги в материале и возможность микроорганизмов использовать ее для своей жизнедеятельности. Активность воды продукта является функцией его влагосодержания и уменьшается при снижении влагосодержания. Основной гигроскопической характеристикой влажных материалов является изотерма сорбции влаги, то есть зависимость  $A_w$  от влагосодержания. Активность воды определяется как отношение парциального давления водяного пара  $p$  над поверхностью продукта к давлению насыщенного водяного пара  $p_0$  при той же температуре:

$$a_w = p/p_0 = POB/100$$

где  $POB$  – равновесная относительная влажность, %.

Общепринято, что абсолютно сухой материал имеет  $A_w = 0$ , а дистиллированная вода -  $a_w = 1$ .

Известно, что отношение  $p/p_0$  входит в основную термодинамическую формулу, примененную П.А. Ребиндером для описания энергии связи влаги с сухим скелетом материала,

$$-\Delta F = L = RT \ln p/p_0 = -RT \ln \varphi$$

где  $\Delta F$  – уменьшение свободной энергии (при постоянной температуре  $T$ );

$L$  – работа отрыва 1 моль воды от сухого скелета материала (без изменения состава);

$R$  – универсальная газовая постоянная.

Добавлением таких растворимых субстанций, как соли, сахара и др., достигается усиление связи влаги в пищевом продукте. В результате удаления влаги высушиванием, равно как и превращения ее в лед при замораживании, также уменьшается количество слабо связанной влаги. Здесь уместно отметить, что эти явления служат основой для ряда традиционных методов консервирования.

Таблица 7 – Физические свойства пищевых продуктов

| Вид продукта               | Влажность, % | Активность воды |
|----------------------------|--------------|-----------------|
| 1. Мясо                    | 70...76      | 0,982...0,992   |
| 2. Вареные колбасы         | 53...75      | 0,960...0,980   |
| 3. Варено-копченые колбасы | 38...43      | 0,920...0,950   |

|                             |         |               |
|-----------------------------|---------|---------------|
| 4. Сырокопченые колбасы     | 25...30 | 0,840...0,900 |
| 5. Сыры быстрого созревания | 40...55 | 0,950...0,980 |
| 6. Зрелые сыры              | 35...42 | 0,880...0,950 |
| 7. Мука                     | 12...16 | 0,600...0,800 |
| 8. Мед                      | 15...21 | 0,540...0,650 |

Таблица 8 – Минимальные значения активности воды для различных групп микроорганизмов

| Вид микроорганизмов                 | Диапазон активности воды |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 1. Грам-негативные палочки          | 0,98...0,95              |
| 2. Большинство кокков и лактобацилл | 0,95...0,91              |
| 3. Большинство дрожжей              | 0,91...0,86              |
| 4. Большинство плесеней             | 0,86...0,80              |
| 5. Большинство галофильных бактерий | 0,80...0,75              |
| 6. Ксерофильные плесени             | 0,75...0,65              |
| 7. Осмофильные дрожжи               | 0,65...0,60              |

Таблица 9 – Минимальные значения активности воды для некоторых видов микроорганизмов

| a <sub>в</sub> | Бактерии                                                                                                                                                                                                                                 | Дрожжи                                      | Плесени                        |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|
| 0,98           | <i>Clostridium</i> <sup>1</sup> , <i>Pseudomonas</i>                                                                                                                                                                                     | -                                           | -                              |
| 0,97           | <i>Clostridium</i> <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                          | -                                           | -                              |
| 0,96           | <i>Flavobacterium</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Lactobacillus</i> *,<br><i>Proteus</i> *, <i>Pseudomonas</i> *, <i>Shigella</i>                                                                                                           | -                                           | -                              |
| 0,95           | <i>Alcaligenes</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Clostridium</i> <sup>3</sup> ,<br><i>Enterobacter</i> , <i>Escherichia</i> , <i>Proteus</i> ,<br><i>Pseudomonas</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Serratia</i> , <i>Vibrio</i> | -                                           | -                              |
| 0,94           | <i>Lactobacillus</i> , <i>Microbacterium</i> , <i>Pediococcus</i> ,<br><i>Streptococcus</i> *                                                                                                                                            | -                                           | -                              |
| 0,93           | <i>Lactobacillus</i> *, <i>Streptococcus</i> , <i>Vibrio</i> *                                                                                                                                                                           | -                                           | <i>Rhizopus</i> , <i>Mucor</i> |
| 0,92           | -                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Rhodotorula</i> ,<br><i>Pichia</i>       | -                              |
| 0,91           | <i>Corinebacterium</i> , <i>Staphylococcus</i> <sup>4</sup> ,<br><i>Streptococcus</i> *                                                                                                                                                  | -                                           | -                              |
| 0,90           | <i>Micrococcus</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>Lactobacillus</i> *                                                                                                                                                                         | <i>Saccharomyces</i> ,<br><i>Hansenulla</i> | -                              |
| 0,88           | -                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Candida</i> ,<br><i>Torulopsis</i>       | <i>Cladosporium</i>            |
| 0,87           | -                                                                                                                                                                                                                                        | <i>Deharyomyces</i>                         | -                              |
| 0,86           | <i>Staphylococcus</i> <sup>5</sup>                                                                                                                                                                                                       | -                                           | -                              |
| 0,85           | -                                                                                                                                                                                                                                        | -                                           | <i>Penicillium</i>             |
| 0,75           | галофильные бактерии                                                                                                                                                                                                                     | -                                           | -                              |
| 0,65           | -                                                                                                                                                                                                                                        | -                                           | <i>Aspergillus</i>             |

\* - отдельные штаммы;

1 - *C.botulinum C*;

2 - *C.botulinum E* и отдельные штаммы *C.perfringens*;

3 - *C.botulinum A* и *B*, а также *C.perfringens*;

4 – анаэробы;

5 – аэробы.

Достигнутое этими путями повышения осмотического давления, снижает парциальное давление водяного пара, и вследствие этого уменьшается и значение активности воды в пищевых системах. С понижением показателя  $a_w$  уменьшается интенсивность роста микроорганизмов, снижается скорость окислительных и ферментных реакций и, следовательно, повышается хранимоспособность пищевых продуктов. Кинетику протекания химических и биологических процессов в пищевых продуктах в зависимости от величины  $a_w$  иллюстрирует, так называемая “карта стабильности пищевых продуктов”. При этом следует отметить, что все виды микроорганизмов имеют свои собственные минимальные и максимальные значения показателя  $a_w$ , при которых их развитие прекращается и оптимальные значения, наиболее благоприятные для их развития.

В таблице 6 показаны значения  $a_w$  для ряда пищевых продуктов. В таблице 7 приведены минимальные значения  $a_w$  для развития некоторых групп микроорганизмов, а в таблице 8 – для наиболее характерных видов.

При производстве сырых колбас существенное снижение показателя  $a_w$  обеспечивается внесением в фарш хлорида натрия и моно- и дисахаридов. Внесение в фарш 3-3,5 % хлорида натрия обеспечивает снижение показателя  $a_w$  на 0,030-0,035. Внесение 1 % моно- и дисахаридов обеспечивает снижение  $a_w$  примерно на 0,007-0,010.

Так как все превращения полуфабриката в готовый продукт при производстве сырокопченых и сыровяленых колбас в той или иной степени сопровождаются обезвоживанием, в основном в форме конвективной сушки, то следует учитывать и термодинамическую составляющую показателя  $a_w$ . В гигроскопической области уменьшение свободной энергии или энергии связи влаги  $L$  ( $-\Delta F$ ) равно химическому потенциалу  $\mu$ :

$$-\Delta F = \mu = RT \ln(p_0/p), \quad (5)$$

где  $R$  – универсальная газовая постоянная.

При подстановке  $a_w$  вместо отношения  $(p_0/p)$ , получаем:

$$-\Delta F = \mu = -RT \ln a_w \quad (6)$$

Движущей силой переноса влаги между колбасным батоном и окружающей парогазовой средой является разность химических потенциалов водяного пара:

$$\Delta\mu = \mu - \mu_c = RT (\ln a_w - \ln \phi), \quad (7)$$

где  $\mu_c$  – химический потенциал водяного пара парогазовой среды;

$\phi$  – относительная влажность парогазовой среды.

**Окислительно-восстановительный потенциал  $rH_2$  ( $E_h$ ).** Развитие микроорганизмов и их биохимическая активность находится в тесной связи с окислительно-восстановительными условиями среды, зависящими от соотношения в ней восстановленных и окисленных веществ. Это отношение обычно характеризуется окислительно-восстановительным потенциалом (редокс-потенциал), который принято обозначать  $E_h$  ( $rH_2$ ). Величина  $rH_2$  представляет собой отрицательный логарифм концентрации атомов водорода в среде. Значения показателя  $rH_2$  варьируются от 0 (при полном насыщении среды водородом) до 42 (при полном насыщении среды кислородом).

Облигатные анаэробные микроорганизмы развиваются при низких значениях  $rH_2$  (от 0 до 14), факультативные анаэробы – при  $rH_2$  от 0 до 30, аэробные микроорганизмы – от 11 до 35. Так лактобациллы, являющиеся основой молочнокислой микрофлоры сырых колбас, относятся к факультативным анаэробам и могут развиваться в широком диапазоне значений  $rH_2$ . Ароматообразующие молочнокислые бактерии при  $rH_2$

близком к нулю, образуют в основном молочную кислоту, а при  $\text{rH}_2 = 6-8$  наряду с молочной кислотой и ароматические вещества.

Значения окислительно-восстановительного потенциала свежего мяса лежат в отрицательном диапазоне – между 200 и 300 мВ, в то время как у мясных продуктов, даже прошедших незначительную обработку – в положительном диапазоне шкалы. Мясные продукты в соответствии с их окислительно-восстановительным потенциалом разделены на две большие группы: сырые (ферментированные) мясные продукты со значением окислительно-восстановительного потенциала от 100 до 200 мВ и пастеризованные мясные продукты со значением окислительно-восстановительного потенциала от 25 до 100 мВ.

Значения окислительно-восстановительного потенциала в фарше колбас зависит от ряда факторов:

- наличия кислорода в фарше;
- проницаемости колбасной оболочки;
- химического состава компонентов фарша;
- уровня биохимических изменений.

Все эти факторы регулируемы: так снижение уровня содержания кислорода в фарше можно обеспечить путем вакуумирования его на всех стадиях фаршеприготовления и шприцевания в оболочку. Использование барьерных оболочек с избирательной проницаемостью по кислороду или многослойных оболочек с кислородопоглотительными свойствами также в некоторой мере решает эту задачу. Введение в фарш ряда антиоксидантов тоже позволяет регулировать уровень окислительно-восстановительного потенциала.

Следовательно, целенаправленно изменяя значения окислительно-восстановительного потенциала в фарше колбас, можно управлять процессами формирования качества готовых изделий.

Для измерения окислительно-восстановительного потенциала используется, также как и для измерения показателя pH, потенциометрический метод. Отличительной особенностью является применение специальных, обычно платиновых электродов. Для определения величины  $\text{rH}_2$  используются как специальные приборы - измерители редокс-потенциала в том числе фирмы Hanna - ORP, Water test, HI 8043, так и хорошо известные милливольтметры и универсальные pH-метры (pH-150, И-500 и некоторые другие).

**Температура продукта.** Температура является одним из важнейших факторов производства сырых колбас. При этом следует учитывать несколько аспектов. Так, вследствие биотехнологической природы большинства важнейших процессов от величины температуры зависит развитие как позитивно технологической микрофлоры, так и негативно технологической, а также скорость протекания биохимических изменений, которая обычно уменьшается со снижением температуры при умеренных ее значениях.

Наиболее важным фактором внешней среды, определяющим жизнедеятельность микроорганизмов, является температура. Развитие микробов возможно только при определенных температурах, которые неодинаковы для различных видов и групп микроорганизмов. Для каждого вида микробов существуют три температурные границы (кардинальные температуры), в пределах которых они способны развиваться: оптимальная, минимальная и максимальная.

Оптимальная температура – температура, при которой микроорганизмы растут и размножаются наиболее интенсивно, соответствует так называемой «физиологической норме микробов».

Минимальной температурой считается такая температура, ниже которой микроорганизмы не способны развиваться. Клетки переходят в состояние анабиоза: их жизненные функции прекращаются, однако они восстанавливаются при соответствующих температурных условиях и наличии питательного субстрата.

Максимальная температура является предельной, выше которой рост микроорганизмов не происходит. Жизненные функции клеток ослабевают, или же они могут погибнуть совсем.

Таким образом, при минимальной и максимальной температурных границах еще возможно слабое развитие микроорганизмов (замедленный рост и размножение), а за их пределами оно полностью прекращается. Для разных видов микроорганизмов эти температурные границы неодинаковы. Поэтому они условно подразделяются на три физиологические группы: психрофилы, мезофилы, термофилы (таблица 7).

Кардинальные температуры могут быть сдвинуты в ту или иную сторону под влиянием других факторов существования микроорганизмов. Например, в южных районах некоторые бактерии (молочнокислые и др.) имеют более высокий температурный оптимум роста, чем такие же виды микроорганизмов в средней полосе и северных районах. Это свидетельствует о широкой приспособляемости микроорганизмов.

Таблица 10 – Температурные границы роста разных физиологических групп микроорганизмов

| Группы микроорганизмов | Кардинальные значения температуры, °С: |             |              |
|------------------------|----------------------------------------|-------------|--------------|
|                        | минимальные                            | оптимальные | максимальные |
| 1. Психрофилы:         | -7...0                                 | 10...35     | 30...40      |
| - облигатные           | -                                      | <20         | -            |
| - психотрофные         | -                                      | >20         | -            |
| 2. Мезофилы:           | 10                                     | 25...35     | 40...55      |
| - термотолерантные     | -                                      | 25...37     | 55           |
| 3. Термофилы:          | 20...45                                | 40...70     | 55...84      |
| - экстремальные        | 40...45                                | 70          | 74...84      |
| - облигатные           | 30                                     | 55...65     | 82           |
| - эвритермные          | 20...25                                | 40...50     | -            |

Психрофильные микроорганизмы развиваются при относительно низких температурах. К данной группе условно относятся все микроорганизмы, которые хорошо растут при 0 °С в пределах двух недель и имеют продолжительность генерации в логарифмической фазе роста при этой температуре не более 48 ч.

Температурный оптимум различных представителей группы психрофилов неодинаков. Существует много микроорганизмов (некоторые гнилостные бактерии, плесени, дрожжи), имеющие оптимальную температуру развития 25...30 °С, но довольно быстро размножающиеся также при температуре, близкой к 0 °С.

К психрофильным микроорганизмам относятся светящиеся бактерии, железобактерии, некоторые виды неспоровых гнилостных бактерий, плесневых грибов, дрожжей, актиномицетов.

Мезофильные микроорганизмы хорошо развивающиеся при средних температурах (10...45 °С), являются наиболее распространенной и самой многочисленной группой. В нее входит большинство сапрофитных микробов (гнилостные бактерии, возбудители молочнокислого и других типов брожения, дрожжи, плесневые грибы, актиномицеты и др.), а также все патогенные микроорганизмы.

Термофильные микроорганизмы размножаются при относительно высоких температурах. Температурные границы представителей этой группы неодинаковы.

Кроме термофильных при высоких температурах могут развиваться некоторые виды мезофильных микроорганизмов (факультативные термофилы или термотолерантные

мезофильные виды), которые имеют температурный оптимум развития 25...37°C, но могут расти и при 55 °C.

Высокие и низкие температуры по-разному влияют на микроорганизмы. Низкие температуры, т.е. температуры, лежащие ниже температурного минимума развития (особенно низкие положительные, т.е. выше 0 °C), обычно не вызывают гибели микроорганизмы. При низких температурах происходит замедление или полное прекращение процессов обмена веществ микробных клеток с внешней средой, вследствие чего прекращаются их рост и размножение. Жизнеспособность многих микроорганизмы сохраняется даже при температуре, близкой к абсолютному нулю.

Отмирание микроорганизмов при низких температурах возможно вследствие их старения или голодания во время длительного нахождения в состоянии анабиоза. При температуре ниже 0°C (замораживание) разрушающее действие на микроорганизмы оказывают кристаллы льда и повышенное осмотическое давление, создающееся в клетке при замерзании воды. Губительно действуют на микробы повторное замораживание и оттаивание.

В таблице 11 приведены минимальные значения температуры для развития некоторых видов микроорганизмов, характерных для мясных продуктов.

Таблица 11 – Минимальные значения температуры для роста некоторых микроорганизмов

| Температура, °C | Виды микроорганизмов:                   |                                                                                                                          |
|-----------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | патогенные                              | вызывающие порчу                                                                                                         |
| 32              | <i>Campilobacter</i> sp. <sup>a</sup>   | <i>Bacillus</i> sp.                                                                                                      |
| 20              |                                         | <i>Clostridium perfringens</i>                                                                                           |
| 12              | <i>Clostridium perfringens</i>          |                                                                                                                          |
| 12...10         | <i>Clostridium botulinum</i> A, B, F    |                                                                                                                          |
| 9               | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>           |                                                                                                                          |
| 8...7           | <i>Enteropathogene Escherichia coli</i> |                                                                                                                          |
| 6,7             | <i>Staphylococcus aureus</i>            |                                                                                                                          |
| 5,2             | <i>Salmonella</i> spp. <sup>b</sup>     | <i>Bacillus</i> sp.*                                                                                                     |
| 4               | <i>Bacillus cereus</i>                  |                                                                                                                          |
| 4...0           | <i>Aeromonas</i> spp.                   |                                                                                                                          |
| 3,3             | <i>Clostridium botulinum</i> E, B*, F*  |                                                                                                                          |
| 2               |                                         | <i>Micrococccen</i>                                                                                                      |
| 2...0           |                                         | <i>Lactobacillus</i> , <i>Leuconostoc</i> sp.                                                                            |
| 0               | <i>Yersinia enterocolitica</i>          | <i>Brochothrix thermosfacta</i> , <i>Enterobacter</i> sp., <i>Hafnia</i> sp., <i>Klebsiella</i> sp., <i>Enterococcus</i> |
| -0,4            | <i>Listeria monocytogenes</i>           |                                                                                                                          |
| -4              |                                         | <i>Penicillium</i>                                                                                                       |
| -5              |                                         | <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Acinetobacter</i> sp., <i>Flavobacterium</i> sp., <i>Psychrobacter</i> sp.                    |
| -7              |                                         | <i>Alcaligenes</i> sp.                                                                                                   |
| -(6... 10)      |                                         | <i>Cladosporium</i> sp., <i>Sporotrichum</i> sp.                                                                         |
| -12             |                                         | Плесневые грибы                                                                                                          |
| -18             |                                         | <i>Penicillium</i> sp.*, <i>Fusarium</i> sp.*                                                                            |

Примечания:

\* некоторые штаммы;

<sup>a</sup> кампилобактеры переживают хранение в замороженном состоянии (от минус 15 до минус 70 °C);

<sup>b</sup> большинство сальмонелл растут при температуре выше 7 °C

В то же время кинетика тепломассообменных процессов тесно связана с температурой: при ее повышении интенсивность этих процессов повышается, хотя влияние изменения температуры на эти процессы в диапазоне ее умеренных значений не столь значительно по сравнению с относительной влажностью и скоростью движения парогазовой среды.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Укажите факторы, определяющие развитие микроорганизмов в мясе.
2. Укажите факторы, определяющие развитие микроорганизмов в мясных продуктах.
3. Дайте характеристику барьерной технологии.
4. Охарактеризуйте влияние активности воды на развитие микроорганизмов.
5. Охарактеризуйте влияние pH на развитие микроорганизмов.
6. Охарактеризуйте влияние температуры на развитие микроорганизмов.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ***Основная*

1. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 1. Общая технология мяса. – М.: КолосС, 2009. – 565 с.
2. Рогов И.А., Забашта А.Г., Казюлин Г.П. Технология мяса и мясных продуктов. – Книга 2. Технология мясных продуктов. – М.: КолосС, 2009. – 711 с.

*Дополнительная*

1. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение. – 3-е изд.: [пер. с нем.]. – СПб. : ГИОРД, 2000. – 256 с.
2. Ляйстнер Л., Гоуд Г. Барьерные технологии: комбинированные методы обработки, обеспечивающие стабильность, безопасность и качество продуктов питания. – М.: ВНИИМП, 2006. – 236 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ                                                                                      | 3  |
| ТЕМА 1 ОСНОВЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ                                         | 4  |
| ТЕМА 2 МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОНСЕРВИРОВАНИЯ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ                  | 8  |
| ТЕМА 3 ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ КАК ОБЪЕКТА ХРАНЕНИЯ                     | 15 |
| ТЕМА 4 ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ                                              | 21 |
| ТЕМА 5 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТОЯНИЯ ВЛАГИ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ | 26 |
| ТЕМА 6 ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТОЯНИЯ ВЛАГИ В МЯСЕ И МЯСОПРОДУКТАХ                       | 30 |
| ТЕМА 7 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСЕРВАНТОВ НА ХРАНЕНИЕ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ                         | 37 |
| ТЕМА 8 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСЕРВАНТОВ НА ХРАНЕНИЕ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ                         | 42 |
| ТЕМА 9 ИЗУЧЕНИЕ БАРЬЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ                                                          | 46 |