

Министерство сельского хозяйства РФ

Мичуринский филиал

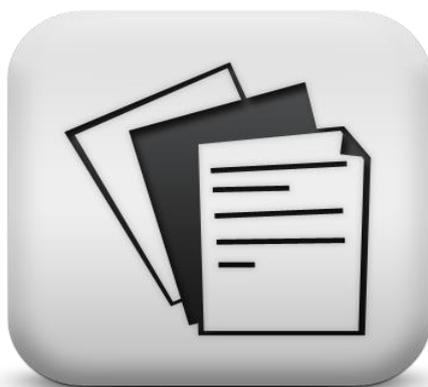
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Савелькина Н. А.

Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов

Ч.2 Техническая биохимия

Учебное пособие



Брянск, 2018

УДК 637.5.047 (07)
ББК 36.92
С 12

Савелькина, Н. А. Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2. Техническая биохимия / Н. А. Савелькина. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. - 122 с.

Учебное пособие разработано на основе рабочей программы дисциплины Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов по специальности СПО 19.02.08 Технология мяса и мясных продуктов. Цель пособия - дать теоретические основы биохимических и микробиологических процессов, протекающих в мясе и мясных продуктах при изготовлении и хранении.

Рецензент: преподаватель Мичуринского филиала Брянского ГАУ Сидоренко И.В.

Печатается по решению методического совета Мичуринского филиала Брянского ГАУ протокол № 2 от 09.11.2017 г.

© Савелькина Н.А., 2018
© Мичуринский филиал, 2018
© ФГБОУ ВПО «Брянский государственный аграрный университет», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ II. ТЕХНИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ	5
Тема 2.1 Биохимия мышечной ткани	5
Тема 2.2 Биохимия превращении крови	12
Тема 2.3 Биохимия соединительной и жировой тканей	21
Тема 2.4 Биохимия внутренних органов, эндокринных и пищеварительных желез	39
Тема 2.5 Химический состав мяса и его пищевая ценность. Автолитические изменения мяса при охлаждении и хранении	50
Тема 2.6 Изменение мяса при холодильной обработке.	65
Тема 2.7 Изменение мяса в процессе посола и при	74
Тема 2.8 Изменение мяса при тепловом воздействии	87
Тема 2.9 Основные группы микроорганизмов влияющих на качество и безопасность мяса и мясопродуктов	98
Тема 2.10 Санитарно-гигиенические требования при производстве мясных изделий	107
ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	121

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина Биохимия и микробиология мяса и мясных продуктов относится к циклу специальных дисциплин и является основополагающей при подготовке технологов по специальности по специальности СПО 19.02.08 Технология мяса и мясных продуктов. Основная цель дисциплины - формирование у обучающихся системы научных знаний о сырье для рационального управления технологическими процессами его переработки и гарантированного получения пищевой, медицинской и технической продукции высокого качества с высоким выходом при минимальных потерях и затратах.

Задачами дисциплины являются изучение морфологического, химического состава и свойств основных тканей мяса; физико-химических, биохимических изменений, происходящих в мясном сырье под влиянием различных факторов в процессе его хранения и переработки.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных обучающимися при изучении естественно научных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, таких, как органическая химия, физическая и коллоидная химии, биохимия, техническая микробиология, химия пищи, анатомия и гистология сельскохозяйственных животных и др.

Знания, полученные обучающимися при изучении данной дисциплины, являются научной основой для изучения профилирующих модулей ПМ 01 ПМ 03. После изучения дисциплины обучающийся должен *знать*:

- виды тканей сельскохозяйственных животных и птицы, их структурные, функциональные, химические особенности и технологическое значение;
- классификацию сырья, получаемого при переработке сельскохозяйственных животных и птицы; особенности тканевого и химического состава, свойств, пищевой и промышленной ценности;
- основные процессы, происходящие в сырье и продуктах под воздействием биохимических, микробиологических, технологических факторов (холодильная обработка, посол, сушка, копчение, тепловая обработка) и их влияние на качество и величины потерь сырья и продуктов.

иметь представление:

- о биосинтезе и прижизненных функциях тканей;
- о концепции барьерной технологии пищевых продуктов, ее физико-химической и биохимической сущности.

уметь:

- определять показатели качества мясного сырья и степень их изменения под воздействием различных факторов.

РАЗДЕЛ II. ТЕХНИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ

Тема 2.1 Биохимия мышечной ткани

Тема: Строение, состав и свойства мышечной ткани мяса

1. Морфологический состав и строение мышечной ткани.
2. Химический состав мышечной ткани.
3. Строение и свойства белков мышечной ткани.
4. Небелковые компоненты мышечной ткани.

1. Морфологический состав и строение мышечной ткани

Основным структурным элементом мышечной ткани является *мышечное волокно*, представляющее собой длинную многоядерную клетку. Диаметр волокна может быть от 10 до 100 мкм, длина зависит от длины мышцы.

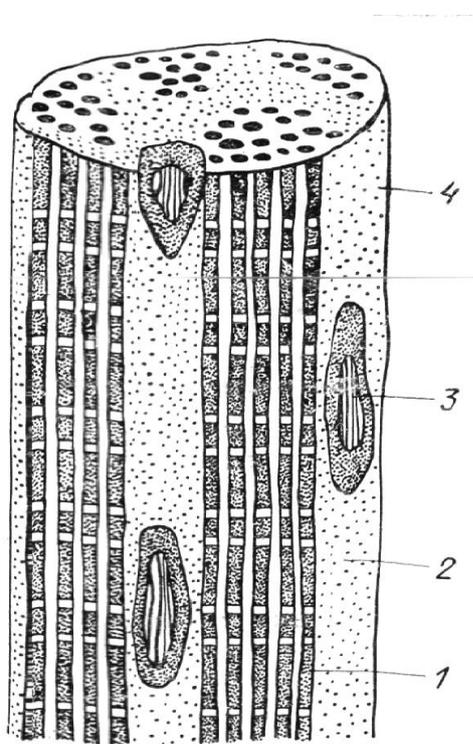


Рис. 1. Схема строения мышечного волокна:
1 - миофибриллы;
2 - саркоплазма; 3 - ядра;
4 - сарколемма

Поверхность мышечного волокна покрыта эластичной двухслойной оболочкой - *сарколеммой* (рис. 1). Внутри волокна по его длине расположены длинные нитеподобные образования - *миофибриллы* занимающие 60-65 % объема клетки. Они являются сократительными элементами мышечного волокна.

Внутри клетки расположены также *ядра*, *митохондрии*, *рибосомы*, *лизосомы* и другие органеллы. Все эти структурные элементы окружены *саркоплазмой* - полужидкой частью клетки, занимающей 35-40 % ее внутреннего объема.

Мышечные волокна разделены тончайшими прослойками соединительной ткани - *эндомизием*, который связан с сарколеммой. Группа мышечных волокон образует первичный мышечный пучок, окруженный соединительнотканной оболочкой - внутренним *перимизием*. Первичные пучки объединяются в пучки вторичные, третичные, которые в совокупности образуют мышцу (мускул).

Мышца также окружена оболочкой - *эпимизием* или *фасцией*. Мышцы можно отделять друг от друга по фасциям.

Содержание в мясе этих соединительнотканых образований имеет важное значение для его консистенции. В перимизии и эпимизии мышц упитанных животных находятся жировые клетки, образующие «мраморность» на разрезе мяса.

2. Химический состав мышечной ткани

Химический состав мышечной ткани очень сложен и изменяется под влиянием различных факторов. Средний химический состав хорошо отпрепарированной мышечной ткани составляет: воды - 70-75 % от массы ткани; белков - 18-22 %; липидов - 0,5-3,5 %; азотистых экстрактивных веществ - 1,0-1,7 %; безазотистых экстрактивных веществ - 0,7-1,4 %; минеральных веществ - 1,0-1,5 %.

Около 80 % сухого остатка мышечной ткани составляют белки, свойства которых в значительной степени определяют свойства этой ткани.

3. Строение и свойства белков мышечной ткани

Белки мышечной ткани разнообразны по аминокислотному составу, строению и свойствам. По форме белковых молекул и отношению к растворителям их делят на три группы: саркоплазматические, миофибриллярные и белки стромы.

Саркоплазматические белки: миоген, глобулин X, миоальбумин, миоглобин, кальмодулин. На их долю приходится около 40 % мышечных белков. Они имеют глобулярное строение, извлекаются из мяса путем экстракции водой.

Миоген. Его характеристика:

- группа белков, выполняющих ферментативные функции;
- составляет около 20% от суммы мышечных белков;
- по физико-химическим свойствам - альбумин;
- хорошо растворяется в воде;
- изоэлектрическая точка $pH=6,0-6,6$;
- температура денатурации $55-66\text{ }^{\circ}C$;
- полноценный белок.

Глобулин X. Его характеристика:

- смесь белков с ферментативными функциями;
- составляет около 20 % от суммы мышечных белков;
- по физико-химическим свойствам - псевдоглобулин;
- из мяса экстрагируется водой;
- изоэлектрическая точка $pH=5,2$;
- температура денатурации $50\text{ }^{\circ}C$;
- полноценный белок.

Миоальбумин. Его характеристика.

- составляет 1-2 % от суммы белков мышечной ткани;
- по физико-химическим свойствам - альбумин;
- хорошо растворяется в воде;
- изоэлектрическая точка $pH=3,0-3,5$;
- температура денатурации $45-47\text{ }^{\circ}C$;
- полноценный белок.

Миоглобин. Его характеристика:

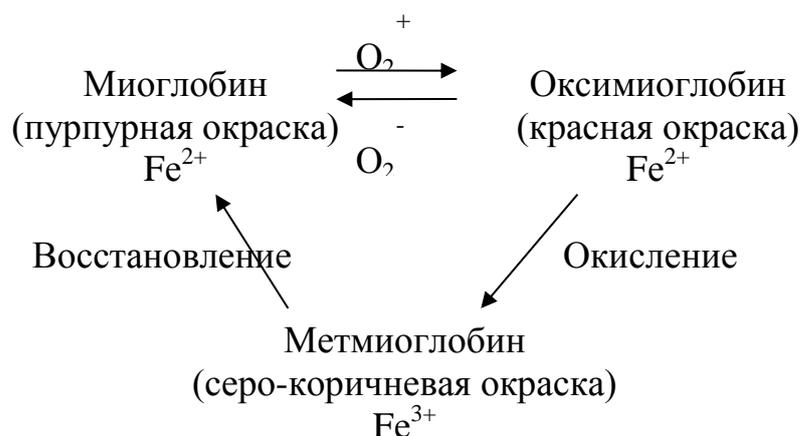
- составляет 0,5-1 % от суммы белков мышечной ткани;
- пигмент мышечной ткани;
- сложный белок хромопротеид;
- растворим в воде;
- изоэлектрическая точка $pH=7,0$;
- температура денатурации $60-70^{\circ}C$;
- полноценный белок.

Миоглобин играет важную роль в формировании окраски мяса и мясопродуктов. Миоглобин построен из белковой части - *глобина* (94 %) и простетической - *гема* (6 %). Основой гема является *протопорфирин*, построенный из 4-х пирольных колец, объединенных в молекулы кольцевой формы. Центральное место в молекуле гема занимает атом железа, имеющий 6 координационных связей: одну - с молекулой глобина, четыре - с атомами азота пирольных колец, шестая связь участвует в образовании комплексов миоглобина с различными соединениями (O_2 , H_2O , NO , CO и др.).

Цвет миоглобина определяется окраской гема, который зависит от валентности железа. У нативного миоглобина железо в геме двухвалентное, белок окрашен в красный цвет. Окисление железа до трехвалентного сопровождается изменением окраски гема с образованием серо-коричневых оттенков разной интенсивности.

Миоглобин способен обратимо связывать кислород без окисления гема (прижизненная функция миоглобина). Эта форма белка носит название - *оксимиоглобин*. Длительное воздействие кислорода и других окислителей приводит к окислению миоглобина с образованием формы пигмента - *метмиоглобина*, имеющего серо-коричневую окраску.

Метмиоглобин может быть вновь восстановлен в миоглобин. Процесс восстановления представлен на рисунке.



Количественное соотношение этих трех форм белка: нативного миоглобина (Mb), оксимиоглобина (MbO_2) и метмиоглобина ($MetMb$) определяет цвет мяса. Установлено, что при содержании $MetMb$ больше 50 % от общего количества Mb в мясе цвет его становится серо-коричневым.

Содержание миоглобина в мышечной ткани зависит от вида мяса, анатомического происхождения мышц, что объясняется различиями в интенсивности их прижизненной физической нагрузки.

Таким образом, цвет мяса и его интенсивность зависят от концентрации миоглобина в мышечной ткани и от количественного соотношения различных форм этого белка. Так как окраска мяса может изменяться под влиянием различных факторов, для ее стабилизации используют специальные технологические приемы.

Кальмодулин - белок, обратимо связывающий ионы кальция; влияет на процесс мышечного сокращения, изменение консистенции мяса при его хранении.

Саркоплазматические белки мышечной ткани. Характеристика:

- составляют около 40 % от суммы мышечных белков;
- полноценные;
- хорошо растворимы в воде, обладают высокой водосвязывающей способностью;
- количество и состояние миоглобина определяет окраску мяса;
- денатурируют в интервале температур от 45 до 70 °С.

Миофибриллярные белки (сократительные, контрактильные): миозин, актин, актомиозин, тропомиозин, тропонин, десмин и др. По строению - это нитевидные, волокнистые белки, которые значительно хуже извлекаются из ткани, чем саркоплазматические. Растворяются в солевых растворах высокой ионной силы (например, 0,6М KCl).

Миозин. Его характеристика:

- составляет около 40 % от суммы мышечных белков и количественно преобладает в мышечной ткани;
- обладает ферментативными свойствами (АТФазная активность);
- выделяется из мышечной ткани солевыми растворами, при диализе экстракта осаждается;
- изоэлектрическая точка $pH=5,4$;
- температура денатурации 45-50 °С;
- полноценный белок;
- высокая способность к гидратации за счет наличия в молекуле большого количества полярных групп;
- высокая гелеобразующая и эмульгирующая способности;
- способен взаимодействовать с актином, образуя актомиозин.

Молекула миозина построена из двух белковых цепочек, образующих «двойную спираль», так называемый «хвост» молекулы. Продолжением молекулы являются несколько коротких полипептидных цепочек, создающих глобулярную «голову» молекулы (рис. 2).

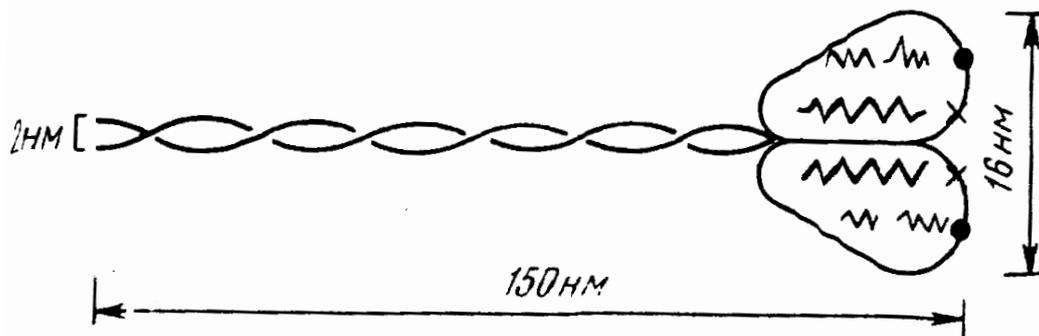


Рис. 2. Строение молекулы миозина

Соединяясь «хвост к хвосту», молекулы миозина образуют толстые нити (А-диски) миофибрилл.

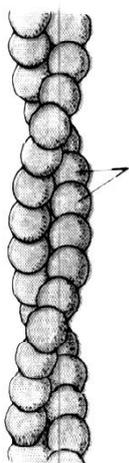
Важнейшим свойством миозина является его способность катализировать расщепление АТФ:



Выделяемая энергия (33,5 кДж/моль) расходуется для мышечного сокращения. АТФазная активность миозина характерна для «головы» молекулы.

Актин. Его характеристика:

- составляет около 15 % от суммы мышечных белков;
- трудно извлекается из мяса;
- изоэлектрическая точка $\text{pH}=4,7$;
- температура денатурации около $50-55\text{ }^\circ\text{C}$;
- полноценный белок;
- способен взаимодействовать с миозином, образуя актомиозин.



Молекулы
G-актина

Рис. 3. Схема строения F-актина

Актин обладает свойством существовать в двух формах: глобулярной (G-актин) с молекулярной массой 46000 и фибриллярной (F-актин) с молекулярной массой 1500000. Обе формы могут переходить друг в друга, причем F-актин является полимеризованным, нитевидным производным G-актина с двухспиральной структурой. Каждая спираль состоит из 200-300 глобул G-актина (рис. 3). Этот переход осуществляется под влиянием критических концентраций ионов кальция и магния.

Установлено, что из F-актина построены тонкие нити миофибрилл (I-диски).

Актомиозин - это сложный комплекс, состоящий из белков актина (1/3) и миозина (2/3). При образовании актомиозина молекулы миозина прикрепляются своими «головами» к глобулам двойной спирали актина, а «хвост» располагается в виде спирали вдоль оси актомиозина.

В зависимости от физиологического состояния мышц миозин может находиться или в комплексе с актином, или в диссоциированном состоянии.

В присутствии АТФ и в зависимости от ее концентрации актомиозин частично или полностью диссоциирует на актин и миозин. Это явление тесно связано с сокращением и посмертным окоченением мышц.

Актомиозин растворим в растворах солей высокой концентрации. Температура денатурации белка 42-48 °С.

Тропомиозин, тропонин, десмин - белки, участвующие в построении миофибрилл. Кроме тропомиозина (нет триптофана) - все полноценные. Составляют около 2,5-3,0 % от массы мышечных белков.

Миофибриллярные белки мышечной ткани. Характеристика:

- количественно преобладают среди мышечных белков (50-55 %);
- все (кроме тропомиозина) полноценные;
- участвуют в построении сократительных элементов мышечного волокна (миофибрилл), в акте сокращения-расслабления мышц;
- в зависимости от состояния определяют консистенцию мяса;
- солерастворимы;
- обладают высокими функциональными свойствами (водосвязывающей, гелеобразующей, эмульгирующей способностями)

Белки ядер включают три белковые фракции: нуклеопротеиды, кислый и остаточный белок.

Белки стромы. Эти белки входят в состав сарколеммы, соединительнотканых оболочек, участвующих в построении мышц (эндомизий, перимизий, эпимизий). Основными белками стромы являются *коллаген и эластин*. В межклеточном веществе мышечной ткани содержатся муцины и мукоиды - сложные белки глюкотеиды. К белкам стромы относят также нейрокератины и липопротеиды.

Содержание соединительнотканых белков в составе мышечной ткани зависит от вида, возраста, породы, пола, категории упитанности животного, анатомического происхождения части туши.

От их количества зависит качество мяса: пищевая, биологическая ценность, органолептические свойства (в частности жесткость).

Белки стромы. Характеристика:

- составляют около 5 % от массы мышечных белков;
- влияют на показатели пищевой ценности мышечной ткани.

4. Небелковые компоненты мышечной ткани

Липиды. Содержание липидов в мышечной ткани зависит от вида, возраста, пола, упитанности животного. Часть липидов, в основном фосфолипиды, является пластическим материалом и входит в структурные элементы мышечного волокна (клеточные мембраны и др.). Другая часть липидов, в основном, триглицериды, играет роль резервного энергетического материала и содержится в саркоплазме, в межклеточной соединительной ткани, между пучками мышц (в перимизии) и между отдельными мускулами (в эпимизии).

Экстрактивные вещества. К экстрактивным веществам, подразделяемым на азотистые и безазотистые, относятся вещества, извлекаемые (экстрагируемые) из мышечной ткани водой.

К *азотистым* экстрактивным веществам относятся азотистые основания: креатин, карнозин, ансерин, аденин, гипоксантин и др.; свободные аминокислоты; мочевины; аммонийные соли; АТФ, АДФ, АМФ, креатинфосфат и др. Несмотря на небольшое относительное содержание азотистых экстрактивных веществ (1-1,7 %), их роль в формировании качества мяса значительна, так как они являются предшественниками вкуса и аромата мяса и, видоизменяясь при нагреве, образуют ароматические и вкусовые вещества.

К *безазотистым* экстрактивным веществам относятся *гликоген* и продукты его фосфоролиза (молочная, пировиноградная кислоты и другие соединения) и амилолиза (декстрины, мальтоза, глюкоза). Количество гликогена в мышечной ткани невелико (около 1 %) и зависит от двигательной прижизненной активности мышц. Соответственно количеству гликогена изменяется и содержание в мышцах продуктов его превращения в ходе автолиза, в частности органических кислот, от количества которых зависит величина рН мяса, влияющая на состояние и свойства основных мышечных белков.

Витамины мышечной ткани, в основном, представлены водорастворимыми витаминами: В₁, В₂, В₃, В₆, РР, В₁₂ и др. По количественному содержанию мышечная ткань является важным источником витаминов группы В.

Минеральные вещества. Их содержание в мышечной ткани достигает 1,5 %. Среди них в наибольших количествах присутствуют калий, натрий, магний, кальций, железо, цинк, фосфор, сера, хлор. В мышечной ткани имеются также микроэлементы: медь, марганец, кобальт, молибден и др.

Мышечная ткань является наиболее ценной тканью мяса, она в значительной степени определяет его качество, пищевую, биологическую ценность, органолептические и технологические свойства.

Пищевая ценность мышечной ткани определяется, прежде всего, содержанием белков, липидов, витаминов группы В, микро- и макроэлементов.

Биологическая ценность мышечной ткани определяется полноценностью и высокой усвояемостью мышечных белков.

Мышечная ткань играет важнейшую роль в формировании органолептических показателей качества мяса и изделий из него.

Характеристика мышечной ткани:

- от содержания и состояния мышечного белка миоглобина зависит цвет мяса;
- от качественного и количественного состава экстрактивных веществ мышечной ткани в значительной степени зависят вкус и запах мяса;
- количественное содержание внутримышечной соединительной ткани и состояние белков актомиозинового комплекса существенно влияют на *консистенцию* мяса;
- мышечная ткань является основным функциональным компонентом мясного сырья, так как мышечные белки определяют важнейшие *функционально-технологические свойства* мясных систем: водосвязывающую, гелеобразующую, эмульгирующую способности. Каков морфологический состав и строение мышечной ткани животных?

Контрольные вопросы

1. Опишите строение и состав мышечного волокна.
2. Почему мышечная ткань имеет поперечнополосатую исчерченность?
3. Как можно схематично представить расположение филаментов(нитей) актина и миозина в миофибриллах?
4. Перечислите основные белки мышечной ткани их свойства. Белки саркоплазмы. Белки миофибрилл.
5. В чем особенности строения и каковы свойства пигмента мяса - миоглобина?
6. Какие ферменты, содержащиеся в мышечной ткани, вам известны, и чем они характеризуются?
7. Охарактеризуйте небелковые вещества мышечной ткани животных.
8. Какие экстрактивные вещества мышечной ткани вы знаете?

Тема 2.2 Биохимия превращение крови

Тема: Состав и свойства крови Биохимические превращения крови

1. Морфологический состав крови.
2. Химический состав крови и ее фракций.
3. Свойства крови.
4. Биохимические превращения крови. Свертывание крови. Гемолиз. Биохимические изменения крови под воздействием микроорганизмов.
5. Автолитические превращения крови
6. Пищевая и промышленная ценность крови.

1. Морфологический состав крови

Кровь является внутренней средой организма, которая объединяет между собой органы и ткани и выполняет дыхательную, питательную, выделительную, регуляторную и защитную функции.

Кровь животных - это однородная густая жидкость красного цвета, состоящая из жидкой части - *плазмы* - и *форменных элементов* (клеток): эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов.

Плазма - это жидкость соломенно-желтого цвета. Форменные элементы представляют собой густую массу темно-красного цвета, который обусловлен наличием в эритроцитах белка гемоглобина. Эритроциты составляют основную массу форменных элементов (около 99 %).

Содержание форменных элементов в крови крупного рогатого скота составляет 33 %, у мелкого - 28 %, у свиней - 44 % от массы крови.

Общее количество крови у крупного и мелкого рогатого скота составляет в среднем 7,6-8,3 %, у свиней - 4,5-6,0 %, у птицы - 7,6-10 % к живому весу. При обескровливании извлекается около 50-60 % этого количества.

2. Химический состав крови и ее фракций

Химический состав крови зависит от вида, возраста, упитанности, условий содержания животных. Средние данные по химическому составу крови и ее фракций приведены в табл. 7.

Таблица 7

Состав	Содержание, %		
	в крови	в плазме	в форменных элементах
Вода	79,0-82,0	91,0-92,0	59,0-63,0
Белки	16,4-18,9	6,8-7,3	30,3-32,7
Липиды	0,36-0,39	0,26-0,32	1,9-7,8
Прочие органические вещества	0,50-0,67	0,17-0,23	-
Минеральные вещества	0,8-0,9	0,85-0,87	0,7-1,0

Основную массу белков крови составляют альбумины, глобулины, *фибриноген* и *гемоглобин*. Их примерное содержание в крови животных показано в табл. 8.

Таблица 8

Белки	Крупный рогатый скот	Мелкий рогатый скот	Свиньи
Альбумины	3,6	3,8	4,4
Глобулины	2,9	3,0	3,0
Фибриноген	0,6	0,5	0,7
Гемоглобин	10,3	9,3	14,2

Органические небелковые вещества крови разнообразны по химическому составу. Из их общего количества около 75 % приходится на долю липидов.

Неорганические вещества крови находятся в виде минеральных соединений и в органически связанной форме с белками (железо, медь).

В крови содержится большое число физиологически активных веществ:

ферменты, гормоны, витамины. Весьма разнообразный и сложный химический состав крови связан с ее прижизненными биологическими функциями.

Важнейшим и количественно преобладающим компонентом крови с технологической точки зрения являются белки. По содержанию белка кровь практически не отличается от мяса.

Сывороточные альбумины, сывороточные глобулины и фибриноген - основные фракции белков плазмы. Это полноценные, легкоперевариваемые белки. Фибриноген является главным компонентом системы свертывания крови. В плазме он находится в растворенном состоянии, но в определенных условиях под действием ферментов плазмы может переходить в нерастворимый нитевидный белок *фибрин*. Оставшаяся жидкость называется *сывороткой*; по сравнению с плазмой в ней содержится меньше белка на 0,3-0,4 %.

Свыше 80 % белковых веществ эритроцитов приходится на долю гемоглобина. Гемоглобин - сложный белок, придающий крови красную окраску. По строению и свойствам он близок к мышечному пигменту миоглобину, но более сложен. Молекула гемоглобина состоит из четырех субъединиц, каждая из которых включает полипептидную цепь, соединенную с *гемом*. В гемоглобине нет изолейцина, поэтому он является неполноценным белком. Гемоглобин растворим в воде, переваривается пепсином и трипсином.

В крови гемоглобин может находиться в трех формах:

- нативный гемоглобин (красный цвет);
- оксигемоглобин (ярко красный цвет);
- метгемоглобин (красно-бурый цвет).

Метгемоглобин образуется при окислении гемоглобина, в его состав входит трехвалентное железо.

3. Свойства крови

Плотность крови и ее фракций различна и составляет в среднем:

- для крови - 1050-1065;
- плазмы - 1020-1030;
- форменных элементов - 1080-1090 кг/м³.

Это свойство используют в технологической практике для разделения крови на фракции: плазму или сыворотку и форменные элементы.

При определенных условиях гемоглобин крови может переходить из эритроцитов в плазму и, растворяясь в ней, окрашивать ее в красный цвет. Это явление называется *гемолизом*. Гемолиз происходит под действием различных факторов, приводящих к разрушению оболочки эритроцитов. Это может быть снижение осмотического давления окружающей среды (например, за счет разбавления крови водой), механическое воздействие, воздействие органических растворителей и др. В технологической практике гемолиза следует избегать при получении плазмы или сыворотки крови. При получении красителей пищевых, наоборот, проводят гемолиз для освобождения пигмента - гемоглобина из эритроцитов.

При температуре около 60 °С начинается денатурация гемоглобина, со-

проводящаяся изменением цвета крови за счет образования бурых гематинов.

Изъятая кровь является хорошей питательной средой для микрофлоры и легко подвергается *микробиальной порче*. Поэтому кровь, предназначенную для пищевых и медицинских целей необходимо перерабатывать очень быстро или консервировать.

Через несколько минут после изъятия кровь *свертывается* (6,5-10 мин - для КРС, 3,5-5 мин - для свиней, 4-8 мин - для МРС, менее 1-й мин - для птицы). Это свойство крови является важным защитным приспособлением животного организма. В технологии переработки крови процесс свертывания нежелателен, так как затрудняет транспортирование и переработку крови.

Свертывание крови обусловлено превращением растворимого белка плазмы *фибриногена* в нерастворимый белок *фибрин*. Это сложный многоступенчатый процесс, заключительным этапом которого является образование *сгустка* из сетки нитей фибрина, заполненной форменными элементами и сывороткой. Образованию сгустка предшествует ряд превращений ферментативной и неферментативной природы, связанных с взаимодействием многих компонентов крови. Реакции, протекающие при свертывании, находятся в тесной взаимосвязи, для осуществления каждой последующей реакции необходимо, чтобы произошли все предыдущие реакции.

В процессе свертывания крови участвуют ферменты, белки, ионы кальция, называемые факторами свертывания.

Торможение или предотвращение процесса свертывания крови базируется на знании *механизма свертывания*. Рассмотрим упрощенную схему свертывания крови. Процесс свертывания крови можно условно разделить на три стадии.

1. При повреждении кровеносных сосудов происходит активация белковых факторов плазмы крови. Один из них способствует разрушению мембраны оболочки тромбоцитов и выделению важных компонентов свертывания. При травмировании тканей в плазму попадает тканевый фактор свертывания. Под влиянием белковых факторов и ионов кальция происходит образование активного фермента *тромбопластина*.

2. С участием тромбопластина, кальция и других факторов из неактивного протромбина образуется активный фермент *тромбин*.

3. Образовавшийся активный тромбин воздействует на фибриноген, превращая его в *фибрин - мономер*, который под влиянием кальция и других факторов полимеризуется в нерастворимый *фибрин - полимер* с образованием трехмерной белковой сети, захватывающей в свою структуру форменные элементы и образуя сгусток. Нити фибрина сокращаются под влиянием АТФазы тромбоцитов, что сопровождается уплотнением сгустка и отделением сыворотки. Нити фибрина бесцветны. Окраска сгустка объясняется наличием окрашенных эритроцитов крови.

Для торможения или предотвращения процесса свертывания при переработке крови ее подвергают *стабилизации*, используя вещества различной химической природы, получившие название *стабилизаторов* или *анти-коагулянтов*.

Принцип действия стабилизаторов *первого типа* связан с выведением из

системы свертывания отдельных компонентов, необходимых для превращения неактивных ферментов в их активные формы (например, декальцинирование крови за счет связывания ионов кальция в нерастворимые или малорастворимые комплексы). Для этого используют фосфаты, оксалаты, цитраты и другие соединения.

Стабилизаторы *второго типа* ингибируют образование активного тромбина. К этой группе стабилизаторов относятся поваренная соль, физиологические стабилизаторы (гепарин) и др.

Эффективность действия стабилизатора зависит от его свойств и вида стабилизируемой крови.

Полностью исключить свертывание крови можно путем ее *дефибрирования* - отделение нитей образующего при свертывании фибрина.

После внесения стабилизатора кровь называют *стабилизированной*, а после удаления фибрина - *дефибрированной*.

4. Биохимические превращения крови

Свертывание крови. После вытекания крови из сосудов животного она сохраняет свойства жидкости только в течение короткого промежутка времени. Вскоре происходит самопроизвольное свертывание крови с образованием сгустка. У разных животных скорость свертывания крови разная.

Свертывание крови обусловлено превращением растворимого белка плазмы крови фибриногена в нерастворимый белок фибрин.

Механизм свертывания крови достаточно сложен и в нем участвуют различные вещества, содержащиеся в плазме крови. Все они кроме кальция являются белками. При этом можно выделить три последовательные реакции, каждая из которых катализируется ферментом, образующимся в результате предыдущей реакции.

Началом процесса свертывания крови является освобождение из поврежденной ткани липопротеида, называемого тромбопластином. В результате взаимодействия тромбопластина с ионами кальция и белковыми компонентами, содержащимися в плазме (проакцелерином и проконвертином), образуется фермент протромбокиназа, который также может синтезироваться в результате взаимодействия тромбопластина, освобождающегося при распаде тромбоцитов, с ионами кальция и некоторыми глобулинами комплемента.

Протромбокиназа, образовавшаяся при участии тромбопластина их поврежденной ткани или тромбоцитов, катализирует реакцию расщепления протромбина - глобулина плазмы. В результате образуется несколько фрагментов, один из которых представляет собой тромбин. Для этой реакции также необходимы ионы кальция.

Затем тромбин действует как протеолитический фермент и отщепляет от фибриногена четыре пептида, превращая его в активный фибрин-мономер, полимеризация которого приводит к образованию длинных волокон нерастворимого фибрина. Сеть из этих волокон и опутанные ею эритроциты, лейкоциты и тромбоциты образуют сгусток крови.

Стабилизация крови. Для предотвращения или замедления свертывания кровь стабилизируют, с этой целью исключают или нарушают активацию одного из компонентов системы свертывания крови. В качестве ингибиторов используют вещества различной химической природы, получившие название стабилизаторов, или антикоагулянтов.

Основными физиологическими антикоагулянтами, предотвращающими прижизненное свертывание крови, являются гепарин, антитромбин, антитромбопластин и др. Эти естественные антикоагулянты замедляют также свертывание изъятной от животного крови.

Гепарин резко снижает активность тромбина, образуя с ним неактивный комплекс, и тормозит активацию протромбина, соединяясь с тромбопластином в неактивный комплекс.

По химической природе гепарин является мукополисахаридом, в состав которого входят глюкозамин, глюкуроновая кислота и эфир серной кислоты, который в ощутимых количествах содержится в печени, легких, мышцах. Он обнаружен также в селезенке, сердце, почках, кишечнике и других органах и тканях.

Препараты гепарина используются в качестве естественного стабилизатора крови при ее переливании. Антитромбин и антитромбопластин находятся в плазме, причем первый инактивирует тромбин, а второй действует на тромбопластин. В живом организме для предотвращения закупорки кровеносных сосудов тромбами имеется биохимический механизм их разрушения. При этом происходит распад фибрина при воздействии фермента плазмина, или фибринолизина.

При промышленной переработке крови применяют некоторые химические вещества-стабилизаторы, предотвращающие ее свертывание. Кровь стабилизируют очень быстро, в момент ее извлечения, пока она еще не успела свернуться. В составе жидкой фазы остается полноценный белок фибриноген.

Стабилизация крови может быть осуществлена путем исключения одного из ее компонентов, входящих в систему свертывания. «Пищевую» роль, предназначенную для колбасного производства, стабилизируют хлоридом натрия, который угнетает тромбин и тормозит превращение фибрин - мономера в фибрин-полимер.

При промышленной переработке крови широко применяют стабилизаторы, действие которых связано с исключением ионов кальция из системы свертывания: оксалаты, цитраты, фосфаты, сульфаты и др.

Стабилизацию крови можно проводить с помощью ионообменной технологии, при которой кровь пропускается через слой ионообменной смолы и около 50% кальция крови замещается ионами натрия, что вполне достаточно для стабилизации крови.

Дефибрирование крови. В ряде случаев при промышленном использовании кровь животных дефибрируют. При дефибрировании извлеченной крови путем механического взбивания фибрин выделяется в виде нитей, которые удаляются. Кроме того, собранную кровь можно механически обрабатывать в специальных аппаратах - дефибринаторах.

При сепарировании стабилизированной цельной крови получают плазму и форменные элементы, а при сепарировании дефибринированной крови – сыворотку и форменные элементы.

Гемолиз крови. В процессе хранения и переработки крови при определенных условиях гемоглобин может переходить из эритроцитов в плазму и, растворяясь в ней, окрашивать ее в желтый или красный цвета. Такое явление называется гемолизом и причиной его могут быть различные факторы, в частности, воздействие органических растворителей

(спирт), поверхностно-активных веществ (мыла, желчные кислоты), механическое повреждение, замораживание. Гемолиз происходит и в результате разбавления крови водой, так как оболочка эритроцитов полупроницаема; она легко пропускает воду, и вследствие большой разницы осмотического давления внутри и вне эритроциты разбухают и лопаются, а освободившийся гемоглобин переходит в плазму.

При промышленной переработке крови, например, при получении светлого альбумина необходимо использовать светлую, неокрашенную сыворотку и плазму. Для этого, прежде всего, следует предотвратить гемолиз и не разбавлять кровь водой.

Кровь не рекомендуется консервировать синтетическими растворителями (спирты, глицерин, ацетон), и замораживанием. При замораживании эритроциты частично повреждаются кристаллами льда, а при размораживании происходит обводнение эритроцитов и дополнительное нарушение их целостности. Для предотвращения гемолиза эритроцитов кровь транспортируют по трубопроводам, перемешивают, дефибринируют, сепарируют в режимах, исключающих механическое разрушение эритроцитов.

Для улучшения окраски мясных изделий в процессе производства иногда используют препараты гемоглобина, полученные из форменных элементов. С целью придания фаршу равномерной окраски эритроциты или кровь необходимо гемолизировать. Для этого перед употреблением их смешивают с водой.

Чтобы получить однородный, прозрачный препарат при производстве жидкого гематогена, гемолиз крови вызывают, добавляя пищевой этиловый спирт.

5. Автолитические превращения крови

Изыятая от животных кровь повреждена различным изменениям. В процессе хранения начальные изменения вызваны собственными ферментами (автолитические процессы), а последующие связаны с естественной неустойчивостью отдельных компонентов крови. Можно свести это изменения до минимума, если хранить кровь при температурах близких к 0*С.

При хранении в эритроцитах крови исходят гликолитические превращения, приводящие к накоплению молочной кислоты. В результате распада органических фосфатов в плазме увеличивается содержание неорганических фосфорнокислых солей и рН крови понижается с 7,3 – 7,4 до 6,8 – 7,0.

Повышение кислотности приводит к активизации протеиназ лизосом лейкоцитов и выходу их из клеточных мембран, вследствие чего активируются протеиназы эритроцитов. Находящийся в плазме профермент плазминоген превращается в фермент плазмин (фибринолизин). Совместное воздействие всех протеиназ вызывает гидролитический распад фибриногена, фибрина и других белков крови.

К числу факторов, ускоряющих образование активного плазмина, можно отнести также действие ряда микробиальных ферментов, а также некоторых химических веществ – хлороформа, цианистого и роданистого калия, эфира, мочевины и других соединений, которые нейтрализуют ингибиторы плазмина.

В процессе хранения крови окисление липидов, прежде всего каротиноидов и эфиров ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав несвязанных липидов и липопротеидов.

Биохимические превращения под воздействием микроорганизмов

Кровь животных является богатой питательной средой для микроорганизмов, поэтому при хранении она подвергается порче. Превращение крови под воздействием ферментов микроорганизмов опережают собственно автолитические процессы и сводятся большей частью к гнилостному разложению белков крови. При этом выделяются различные дурно пахнущие вещества: скатол, индол, меркаптаны и другие продукты распада. Цвет крови становится почти черным, так как в результате накопления продуктов распада ускоряется гемолиз, а освобождающийся гемоглобин окисляется в метгемоглобин и в другие продукты обладающие коричневой, зеленой или иной окраской.

Для предотвращения порчи кровь консервируют специальными добавками. В кровь, предназначенную на пищевые цели, добавляют хлорид натрия, раствор аммиака, фибризол (смесь 30% ортофосфата, 30% пиррофосфата и 40% хлорида натрия); а в кровь, предназначенную для выработки технической продукции, вносят крезол, фенол и другие сильные антисептики.

6. Пищевая и промышленная ценность крови

Кровь сельскохозяйственных животных является ценным сырьем для производства пищевой, медицинской, кормовой и технической продукции благодаря особенностям химического состава и свойствам.

Пищевая ценность крови определяется достаточно высоким содержанием белка (16-18 %), по которому она близка к мясу. Содержание белков в цельной крови крупного рогатого скота составляет 17,41%, мелкого рогатого скота – 16,59%, свиней – 22, 25%. Вообще говоря, в белках крови содержатся все незаменимые аминокислоты, хотя по аминокислотному составу отдельные белки крови не равноценны. Однако более 60 % белков крови составляет неполноценный гемоглобин, поэтому биологическая ценность крови ниже, чем у мяса.

Плазма крови отличается от гемоглобина более высоким содержанием таких незаменимых аминокислот, как триптофан, метионин и изолейцин. Несмотря на то, что в составе гемоглобина отсутствует изолейцин, в сочетании с другими белками крови его можно рассматривать как важный источник неза-

менимых аминокислот, но наиболее ценным белком по аминокислотному составу является фибриноген: в нем много триптофана, фенилаланина, метионина и лейцина.

Цельная кровь и ее фракции используют для производства мясных продуктов: кровяных колбас, зельцев, консервов, паштетов, вареных колбас и др.

Целесообразность использования крови на пищевые цели определяется не только высоким содержанием белка, но и высокими функционально - технологическими свойствами крови и плазмы.

Основой лечебной продукции, вырабатываемой из крови, являются белки, содержащие металлы (например, железо) в органически связанной форме. Из форменных элементов и цельной крови вырабатывают гематоген, гемостимулин и другие препараты. Сыворотку и плазму крови используют как дополнительное белковое сырье. Из них получают сухие товарные продукты, и в частности, светлый альбумин.

Для получения лечебно-питательных препаратов (жидкого или сухого гематогена) используют дефибринированную жидкую или обезвоженную кровь, а также предварительно стабилизированную высушенную кровь.

Наличие в крови хорошо растворимых белков делает ее пригодной для выработки пищевого и технического темного и светлого альбуминов, пенообразователя. Из крови и ее фракций, не используемых по тем или иным причинам на пищевые и лечебные цели, вырабатывают белковые корма.

Кровь убойных животных является ценным белковым сырьем. Содержание и свойства белков крови позволяют использовать ее для производства пищевой, медицинской, кормовой и технической продукции. Пищевая ценность крови определяется высоким содержанием белка (16-18 %), содержанием железа в органической форме. По пищевой и биологической ценности кровь уступает мясу, так как основной белок крови - гемоглобин, является неполноценным. Использование крови на пищевые цели ограничивается ее цветом, обусловленным гемоглобином. Разделение крови на фракции позволяет получить плазму и форменные элементы. Содержание белка в плазме - 7-8 %. Все белки плазмы полноценны. После изъятия кровь подвергается свертыванию. Для торможения и предотвращения этого явления в технологической практике производят стабилизацию или дефибринирование крови.

Кровь убойных животных является источником многих витаминов. По содержанию витамина А она может быть использована и для лечебных целей. Содержание жира в крови невелико, но он тонко эмульгирован и хорошо усваивается, а фосфолипиды, сопутствующие нейтральным триглицеридам, способствуют лучшему усвоению пищи

Контрольные вопросы

1. Каков состав крови убитых животных? Перечислите белковые фракции плазмы крови.
2. Что вы знаете о составе и свойствах сывороточных альбуминов плазмы крови?

3. Какие небелковые вещества, входящие в состав крови, вам известны?
4. Приведите схему механизма свертывания крови и объясните ее содержание.
5. Стабилизация, дефибрирование и консервирование крови животных. В чем их принципы?
6. Охарактеризуйте автолитические и микробиологические изменения крови в процессе хранения.
7. Какова пищевая ценность крови? Чем она отличается от биологической ценности?

Тема 2.3 Биохимия соединительной и жировой тканей

Тема: Строение, состав и свойства соединительной ткани мяса

1. Разновидности соединительной ткани.
2. Особенности строения и состава собственно соединительной ткани.
3. Строение и свойства белков соединительной ткани Изменение коллагена при технической обработке.
4. Пищевая и промышленная ценность соединительной ткани.

1. Разновидности соединительной ткани

Соединительная ткань очень распространена в животных организмах и все ее разновидности составляют около 50 % массы туши животного.

Соединительная ткань выполняет различные прижизненные биологические функции: участвует в построении разнообразных тканей и органов животного и его скелета, объединяет отдельные части организма, участвует в передаче механических усилий, играет защитную роль и роль запасного депо жировых веществ.

Функциональное назначение определяет существенные различия в строении и свойствах соединительной ткани, с учетом которых ее подразделяют на *собственно соединительную, хрящевую и костную*.

Несмотря на некоторые морфологические различия, все виды соединительной ткани представляют собой систему, состоящую из *аморфного основного* (межклеточного) *вещества, волокон и клеток* (рис. 4).

Особенности свойств разновидностей соединительной ткани формируются в зависимости от состояния основного вещества. У собственно соединительной ткани оно полужидкое, слизеподобное. У хрящевой ткани основное вещество более плотное, эластичное. У костной ткани - оно весьма плотное и прочное за счет накопления минеральных веществ.

Располагаемые в межклеточном веществе волокна могут быть трех видов и различаются по строению и свойствам: (преимущественно *коллагеновые* ленто-видной формы), *Эластиновые* (нитевидной формы) и *ретикулиновые*.

2. Особенности строения и состава собственно соединительной ткани

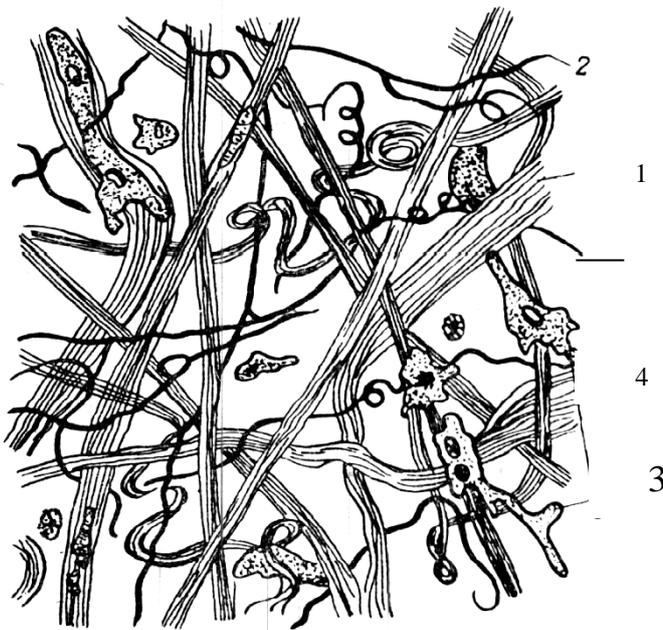


Рис. 4. Соединительная ткань:
1 - коллагеновые волокна;
2 - эластиновые волокна; 3 - клетка;
4 - основное вещество.

В зависимости от количественного соотношения морфологических элементов различают разновидности собственно соединительной ткани: *плотную, эластическую, рыхлую и слизистую*.

Плотная соединительная ткань содержит преимущественно коллагеновые волокна. Она образует сухожилия, связки, оболочки мускулов и внутренних органов, входит в состав кожи.

В *эластической* ткани преобладают эластиновые волокна. Эта ткань входит в вейную связку, желтую фасцию живота, стенки крупных кровеносных сосудов.

Рыхлая соединительная ткань содержит много клеточных элементов. Она главным образом, связывает другие ткани и мышцы между собой, а также шкуру с поверхностной фасцией. К разновидности рыхлой соединительной ткани относят *жировую* (см. тему 5) и ретикулярную. В ретикулярной ткани ретикулиновые волокна образуют густую сеточку, пронизывающую основное вещество. Ретикулярная ткань образует строму кроветворных органов: костного мозга, лимфатических узлов, селезенки.

Из слизистой ткани построены слизистые оболочки внутренних органов.

В слизистой соединительной ткани довольно много сложных белков: муцинов и мукоидов.

Химический состав различных видов собственно соединительной ткани не одинаков (табл. 1).

В соединительной ткани воды значительно меньше, чем в мышечной. В сухом остатке преобладают белки коллаген и эластин, относящиеся к группе склеропротеинов. Их содержание варьирует от вида соединительной ткани.

В соединительной ткани в меньшем количестве содержатся другие белки: ретикулин, муцины, мукоиды, альбумины, глобулины, нуклеопротеиды и т.п.

Химический состав соединительной ткани	Содержание составных частей, %	
	Плотная ткань (сухожилия)	Эластическая ткань (вэйная связка)
Вода	62,9	57,6
Липиды	1,0	1,1
Белки:		
• коллаген	31,6	7,5
• эластин	1,6	31,7
• прочие	1,5	1,1
Экстрактивные вещества	0,9	0,8
Неорганические вещества	0,5	0,5

Учитывая особенности химического состава можно отметить, что свойства, пищевая и промышленная ценность собственно соединительной ткани будут определяться свойствами и количественным соотношением белков коллагена и эластина.

3. Строение и свойства белков соединительной ткани Изменение коллагена при технической обработке

Коллаген (греч. colla - клей, генао - порождаю) - самый распространенный белок. На его долю приходится около 30 % всей массы белков животного организма. При этом содержание его в разных частях туши существенно отличается: в скелетных мышцах - 1-2 %, в сухожилиях - 25-35 %, в кости - 10-20 %, в хрящах - 10-15 %, в коже - 15-25 %, в стенках сосудов - 5-12 %, в почках - 0,4-1 %, в мозге - 0,2-0,4 % от массы сырья.

Коллаген является фибриллярным белком, для которого характерна удлиненная форма молекулы.

Для коллагена характерны 4 уровня структурной организации молекулы.

Первичная структура молекулы коллагена - полипептидная цепочка - построена примерно из 1000 аминокислотных остатков. От других белков коллаген отличается повышенным содержанием азота, отсутствием в нем триптофана, цистина; малым содержанием тирозина и метионина; большим количеством заменимых аминокислот *пролина* и *оксипролина*, характерных для белков соединительной ткани. По содержанию оксипролина можно судить о количестве белков соединительной ткани в составе мяса.

По аминокислотному составу коллаген является *неполноценным* белком.

Вторичная структура коллагена в отличие от других фибриллярных белков не имеет вид α -спирали, а представляет собой ломаную спираль, что объясняется особенностями первичной структуры молекулы.

Третичная структура молекулы коллагена представляет собой трехцепочечную спираль, называемую *тропоколлагеном*. Эта субъединица построена из трех полипептидных цепей, плотно скрученных в виде трехжильного каната и

соединенных, кроме того, поперечными водородными и ковалентными связями.

Четвертичная структура. В результате агрегации молекул тропоколлагена в продольном и поперечном направлениях происходит формирование надмолекулярной структуры коллагена - *протофибрилл*, представляющих собой тончайшие волоконца, обладающие поперечной исчерченностью.

Протофибриллы объединяются в фибриллы, более крупные единицы, из которых формируются коллагеновые волокна.

В построении коллагена участвуют глюкоза и различные мукополисахариды (сложные углеводы), выполняющие роль веществ, стабилизирующих структуру белка.

Строение коллагена определяет его природные свойства. Фибриллы коллагена лишь *слегка растяжимы* и *очень прочны*. Они могут выдерживать нагрузку, вес которой в 10^4 раз превышает их собственный. По прочности они превосходят стальную проволоку равного поперечного сечения. Функция коллагена в тканях мяса является чисто структурной и осуществляется, в основном благодаря исключительной механической прочности волокон, поэтому соединительная ткань, органически входящая в состав мяса, увеличивает его жесткость.

Нативный коллаген нерастворим в воде, но *набухает* в ней и водных раствора кислот и щелочей с увеличением массы в 1,5-2 раза. Способность коллагена к набуханию широко используется в промышленной практике переработки коллагенсодержащего сырья.

Коллаген медленно переваривается пепсином и почти не переваривается трипсином, но разрушается коллагеназой и некоторыми растительными ферментами. Неполноценность коллагена и низкая перевариваемость белка определяют более низкую биологическую ценность плотной соединительной ткани по сравнению с мышечной.

Коллаген поддается *дублению* альдегидами, компонентами копильного дыма и другими веществами. После дубления он становится более прочным, водостойким, труднодоступным для микробных ферментов.

Очень важны последствия нагрева коллагена в присутствии воды.

При умеренном тепловом нагреве (до 58-62 °С) происходит *сваривание* коллагена. При сваривании ослабевают и разрываются часть водородных связей, удерживающих полипептидные цепи в структуре коллагена, разрыхляется структура тропоколлагена. Сваривание коллагена подобно денатурации растворимых белков. При сваривании коллагеновые волокна укорачиваются, утолщаются. Растет гидратация белка, доступность действию протеаз.

При дальнейшем осторожном нагреве происходит *гидротермический распад* коллагена за счет разрушения большинства поперечных связей в структуре коллагена без заметного нарушения пептидных связей. При этом коллаген переходит в водорастворимый продукт - *глютин* (желатин). Скорость перехода коллагена в глютин зависит от вида сырья, условий его предварительной обработки и нагрева. Процесс превращения коллагена в глютин называют *пептизацией*. Набухший коллаген разваривается значительно быстрее, более полно и при менее высокой температуре, что используется при получении желатина высокого качества.

Одновременно с пептизацией коллагена начинается гидролиз образующегося глютина. Продукты распада обычно называют *глүтозами* или *желатозами*. При температурах, близких к температуре сваривания коллагена, скорость образования глютина превышает скорость его гидролиза, поэтому разрушение структуры коллагена происходит с преимущественным образованием глютина. С повышением температуры возрастает скорость гидролиза глютина относительно скорости его образования. В продуктах распада возрастает количество желатоз. Чем выше температура и дольше нагрев, тем больше образуется низкомолекулярных продуктов гидротермического распада коллагена.

Важнейшим свойством глютина является способность образовывать *гели* (студни). Растворы желатина образуют гель при низкой концентрации (1 %). При кипячении в воде или в кислой среде желатин быстро гидролизуеться и теряет способность к гелеобразованию.

При тепловой обработке мяса изменения коллагена, вызываемые нагревом, играют положительную роль, так как повышается усвояемость коллагена, уменьшается прочность соединительной ткани, и значит улучшается консистенция мяса, и оно доводится до «кулинарной готовности».

Эластин менее распространен в животных организмах, чем коллаген. Является фибриллярным белком, по ряду свойств напоминает коллаген, но по некоторым свойствам от него отличается.

По аминокислотному составу эластин сходен с коллагеном, - в нем содержатся оксипролин, пролин, гликокол. Имеются специфические аминокислоты, отсутствующие в других белках, - десмозин и изодесмозин, - построенные из остатков лизина и образующие поперечные ковалентные связи между полипептидными цепочками эластина.

Эластин является неполноценным белком вследствие отсутствия триптофана и метионина.

Благодаря особенностям строения полипептидной спирали эластин хорошо растяжим. Длина эластиновых волокон в отличие от коллагеновых может увеличиваться вдвое и после снятия нагрузки возвращается к первоначальной.

Эластин очень устойчив к действию химических реагентов, пищеварительных ферментов. Гидролизуеться фицином, папаином, эластазой - ферментным препаратом из поджелудочной железы.

Эластин нерастворим в воде и в отличие от коллагена не набухает в ней. При варке не образует глютин и не поддается действию пепсина и трипсина, т.е. практически не усваивается организмом.

Ретикулин входит в состав ретикулиновых волокон соединительной ткани - самых малочисленных в организме животного. Ретикулин является неполноценным белком и практически не усваивается организмом.

Муцины и мукоиды - сложные белки (глюкопротеиды) - имеются в соединительной ткани в небольшом количестве. В качестве простетической группы у этих белков встречаются сложные углеводы - мукополисахариды. Муцины и мукоиды входят в состав основного (межклеточного) вещества соединительной ткани и образуют комплексы для удерживания фибриллярных и клеточных элементов в определенном структурном взаиморасположении.

Муцины и мукоиды извлекаются из тканей щелочными растворами, т. к. имеют кислый характер.

Они дают характерные цветные реакции на белки, но не свертываются при нагревании.

В соединительной ткани встречаются альбумины и глобулины, главным образом, в клетках.

4. Пищевая и промышленная ценность соединительной ткани

Пищевая ценность соединительнотканного сырья определяется химическим составом, высоким значением массовой доли белков. С позиции полноценности белки этих тканей не сбалансированы по аминокислотному составу, не содержат триптофан, цистин. Снижает биологическую ценность малая активность пищеварительных ферментов к расщеплению коллагена, эластина, ретикулина.

Таким образом, с точки зрения классической концепции сбалансированного питания повышение массовой доли соединительной ткани в мясе и мясных изделиях снижает биологическую ценность белковой системы и играет роль отрицательного критерия качества мяса и мясных изделий.

С появлением концепции адекватного питания роль белков соединительной ткани в формировании качества мяса пересмотрена. Научно доказано сходство физиологической роли непереваренных элементов соединительной ткани и балластных веществ, необходимых организму для нормального функционирования. В ходе научных исследований установлено, что повышение удельного веса коллагена до 25-30 % от массы белков не приводит к ухудшению полноценности белковой системы мясного сырья, а при уровне 15-20 % улучшает ее качественные характеристики.

Благодаря способности коллагена к гидротермическому распаду, коллагенсодержащее сырье традиционно применяют для изготовления ливерных, застудневающих мясных продуктов (зельцев, студней), для производства желатина, клея, кормовой муки.

Область применения коллагенсодержащего сырья для изготовления мясных продуктов постоянно расширяется благодаря использованию различных способов его предварительной технологической обработки и целенаправленной комбинации белкового сырья в рецептурах изделий. В итоге реализуется возможность получения мясных продуктов разных ассортиментных групп с высокой пищевой и биологической ценностью.

Соединительнотканное сырье с высоким содержанием эластина используют для производства кормовой продукции.

Тема: Строение, состав и свойства костной и хрящевой тканей мяса

1. Строение костной ткани и кости.
2. Химический состав и свойства костной ткани и кости.

3. Пищевая и промышленная ценность кости.
4. Особенности строения, состава и свойств хрящевой ткани.

1. Строение костной ткани и кости

По морфологическому составу *костная ткань* является одной из разновидностей соединительной ткани, причем наиболее сложной из них. Костная ткань отличается сильно развитым межклеточным (основным) веществом, в состав которого входит органическая часть, пропитанная минеральными солями, что определяет высокую плотность и твердость костной ткани. В основном веществе расположены костные клетки - остециты, коллагеновые волокна, проходят кровеносные сосуды.

Костная ткань наряду с *надкостницей* и *костным мозгом* входит в состав костей скелета сельскохозяйственных животных, птицы, и выполняет основную опорную функцию в организме.

В кости различают наружный слой, состоящий из *плотного* вещества, и внутренний, менее плотный, состоящий из *губчатого* вещества. Количественное соотношение этих слоев различно для разных видов кости.

Плотное и губчатое вещества построены из окостеневших пластинок, образованных пучками коллагеновых волокон. В плотном веществе пластины расположены упорядоченно, плотно спрессованы; в губчатом - менее упорядоченно и образуют мельчайшие поры (типа губки), в которых находится костный мозг. Плотное вещество костной ткани содержит больше коллагеновых волокон, чем губчатое.

По строению, форме, составу кости скелета делят на три группы: *трубчатые* кости (кости конечностей), *паспортная* кость (плоские кости: лопатки, ребра и др.), *рядовая* кость (кости сложного профиля: позвонки, кулаки трубчатой кости и др.).

Средняя часть трубчатой кости - *трубка* или *диафиз*, состоящая в основном из плотного вещества, заполнена *желтым* костным мозгом. Диафиз обладает высокой прочностью и упругостью. *Кулаки* или *эпифизы* образованы, в основном, губчатой тканью, заполненной *красным* костным мозгом, и лишь на поверхности состоят из плотной ткани.

Паспортная кость состоит, главным образом, из плотной ткани. Внутри имеется небольшой слой губчатой ткани, заполненный красным костным мозгом.

Рядовая кость построена сходно с эпифизами.

2. Химический состав и свойства костной ткани и кости

В костной ткани содержится 20-25 % воды, 75-80 % сухого остатка, в том числе 30 % белков и 45 % неорганических соединений. Основным белком костной ткани - коллаген - составляет около 93 % всех белков ткани и входит в структуру *оссеина*.

При обработке костной ткани кислотами происходит так называемая *мацерация* (размягчение) за счет растворения минеральных веществ, оставшееся мягкая, эластичная органическая часть называется оссеином.

Минеральные вещества костной ткани составляют около $\frac{1}{2}$ массы или $\frac{1}{4}$ объема ткани.

После прокаливания в кости остаются только минеральные вещества. Кость сохраняет свою форму, но лишенная органических веществ, становится хрупкой, растирается в порошок. Минеральные вещества костной ткани представлены, главным образом, кальциевыми солями угольной (около 85 %) и фосфорной (около 10 %) кислот.

Основой костного мозга является сетчатая (ретикулярная) ткань, в петлях которой расположены клеточные элементы - кровяные, жировые клетки.

При небольшом количестве жировых клеток костный мозг окрашен в красный цвет, а при их большом содержании он приобретает желтый оттенок. Оба вида мозга различаются по химическому составу (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав костного мозга

Состав, %	Красный костный мозг	Желтый костный мозг
Вода	67,4	14,7
Липиды	17,9	98,5
Белки	11,6	1,5
Минеральные вещества	3,0	0,17

Более 90 % массовой доли липидов костного мозга приходится на жиры. В составе жиров преобладает олеиновая, стеариновая и пальмитиновая кислоты.

Химический состав кости зависит от многих факторов: вида скота, его упитанности, пола, возраста, анатомического происхождения кости. Данные о химическом составе говяжьей кости приведены в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав говяжьей кости

Вид кости	Массовая доля, %			
	влаги	жира	белка	зола
Трубчатая	15-23	13-24	17-23	40-50
Кулаки	17-32	18-33	14-21	28-36
Позвонки	30-41	13-20	14-23	20-30
Ребра	28-31	10-11	19-22	36-40

Из табл. 3 видно, что химический состав кости существенно зависит от ее строения. В трубчатой и рядовой кости больше жира, чем в паспортной. Это связано с наличием в трубке желтого костного мозга и более развитым губчатым слоем, пропитанным красным мозгом, у рядовой кости.

Более высоким содержанием белка и минеральных веществ отличаются кости, в костной ткани которых преобладает плотное вещество, более богатое коллагеном, чем губчатое. Это трубчатая и паспортная кости.

3. Пищевая и промышленная ценность кости

Химический состав и свойства кости определяют ее пищевое и промышленное значения.

Пищевая ценность кости определяется наличием в ней жира и белка. При этом основной белок кости - коллаген является неполноценным белком. Пищевая ценность кости значительно ниже, поэтому увеличение количества в составе мяса ее относительного содержания ухудшает качество мяса.

Большая часть жира может быть выделена из кости путем варки ее в воде или другим способом. Коллаген кости также может быть извлечен горячей водой в виде продуктов его гидротермического распада - желатинов и желатоз.

Для пищевых целей кость используется:

- как составная часть мяса мясных полуфабрикатов;
- для производства пищевого топленого костного жира (трубчатая, рядовая);
- производства пищевого желатина (паспортная, трубчатая);
- получения пищевых бульонов.

Перспективным направлением использования кости на пищевые цели следует признать получение мясной пасты, которая может применяться для изготовления мясопродуктов. Пищевая ценность такой пасты определяется наличием большого количества минеральных веществ, прежде всего кальция, в биологически доступной форме, что важно при производстве лечебно-профилактических мясных продуктов. Для получения подобных паст необходимо обеспечить тонкое измельчение кости.

Диафиз трубчатой кости является прекрасным сырьем для поделочных изделий. Из кости производят также технический желатин, клей, кормовую муку.

Выход кости, получаемой при переработке мясных туш, зависит от вида, породы, пола, возраста, упитанности животного.

4. Особенности строения, состава и свойств хрящевой ткани

Хрящевая ткань является одним из компонентов скелета. Она состоит из сильно развитого межклеточного (основного) плотного вещества, в котором встречаются клетки, волокна, капельки жира и глыбки гликогена.

В зависимости от выполняемых прижизненных функций хрящи имеют различное строение. Различают хрящи *гиалиновый* (стекловидный), *волокнистый* (соединительнотканый) и *эластический*.

Гиалиновый хрящ (трахея, суставные поверхности костей) - полупрозрачное вещество молочно-белого цвета.

В составе эластического хряща (ушная раковина) много эластиновых волокон, а в волокнистом хряще (встречается в месте перехода сухожилий в гиалиновый хрящ) содержатся пучки коллагеновых волокон.

В хрящевой ткани воды больше, а минеральных веществ меньше, чем в костной ткани, что видно из приведенных ниже данных.

Вода	40-70 %
Минеральные вещества	2-10 %
Белки	17-20 %
Жиры	3-5 %
Гликоген и мукополисахариды	1 %

Пищевая ценность хрящевой ткани определяется, прежде всего, содержанием белка (коллаген, эластин, и др.). Находясь в составе мяса, хрящевая ткань снижает его пищевую ценность.

Хрящевая ткань используется в пищевых целях как часть мяса, для выработки клея, желатина, кормовой муки.

Высокое содержание в хрящевой ткани мукополисахаридов и мукопротеидов не позволяет получать из нее желатин и клеи высокого качества.

Тема: Строение, состав и свойства жировой ткани мяса

1. Морфологический состав и строение жировой ткани.
2. Химический состав жировой ткани.
3. Свойства жиров. Автолитические и окислительные изменения жиров. Способы предохранения жиров от порчи превращения тканевых жиров.
4. Пищевая и промышленная ценность жировой ткани.

1. Морфологический состав и строение жировой ткани

Жировая ткань является разновидностью рыхлой соединительной ткани, в которой жировые клетки образуют большие скопления. Жировая клетка имеет все свойственные клетке органеллы, но основной ее объем занимает жировая капля. Жировые клетки при этом увеличиваются и могут занимать все пространство между соединительнотканными волокнами, которые входят в состав межклеточного пространства (рис. 5).

Жировая ткань накапливается, главным образом, в брюшной полости животных (сальник, околопочечный жир и др.), под кожей (подкожная клетчатка), между мышцами и в других местах.

Количество накапливающейся в туше жировой ткани зависит от вида, возраста, породы, пола, упитанности животного, анатомического происхождения части туши.

Прижизненные функции жировой ткани: защитная, структурная, питательная. Жировая ткань наряду с другими тканями входит в состав мяса и в значительной степени определяет его качество.

2. Химический состав жировой ткани

Химический состав жировой ткани зависит от вида, возраста, породы, пола, упитанности животного, кормового рациона, анатомического расположения ткани. Данные о химическом составе говяжьей и свиной жировой ткани представлены в табл. 4.

Средний химический состав свиной жировой ткани из разных участков туши приведен в табл. 5.

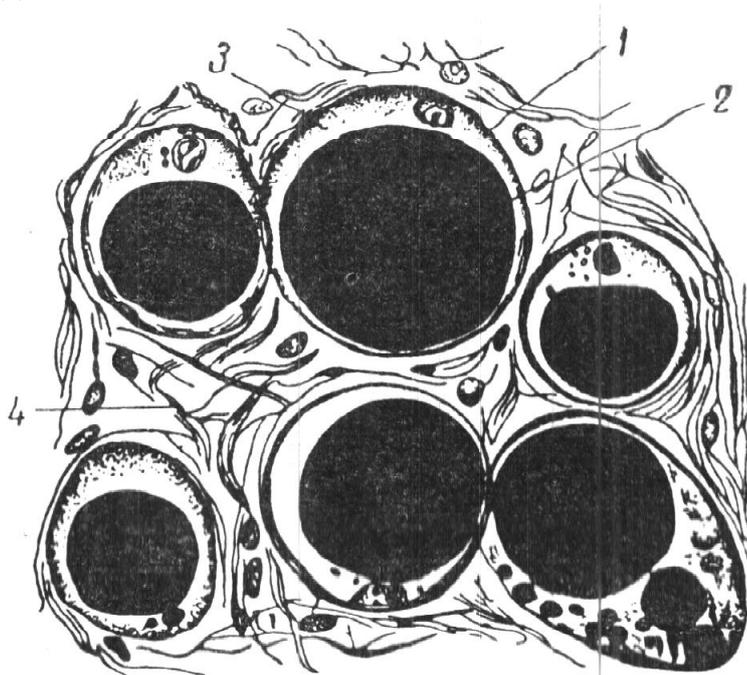


Рис. 5. Жировая ткань:
1 - жировая клетка; 2 - жировая капля; 3 - протоплазма;
4 - волокна соединительной ткани

Таблица 4

Химический состав ткани (околопочечной)	Содержание составных частей в ткани, %	
	крупного рогатого скота	свиней
Влага	2,0-21,0	2,6-9,8
Белок	0,76-4,2	0,39-7,2
Жир	74,0-97,0	81,0-97,0
Зола	0,08-1,0	-

Таблица 5

Состав ткани	Содержание, % от массы ткани		
	в околопочечной ткани	в сальнике	в шпиге
Массовая доля:			
влаг	2,61	6,84	7,15
белка	0,34	1,56	1,70
жира	97,0	91,6	91,15

Наиболее важными компонентами жировой ткани являются жиры, составляющие иногда до 98 % массы ткани. В небольшом количестве в ней содержатся другие липиды, белки, ферменты, витамины, минеральные вещества.

Животные жиры представляют собой смесь одноокислотных и разноокислотных триглицеридов. В состав триглицеридов тканевых жиров входят преиму-

щественно жирные кислоты, содержащие 16-18 углеродных атомов. При этом в животных жирах количественно преобладают пальмитиновая, стеариновая и олеиновая жирные кислоты. Содержание полиненасыщенных жирных кислот в животных жирах относительно низкое.

Помимо триглицеридов среди липидов жировой ткани имеются фосфатиды, стерины, стериды (табл. 6).

Таблица 6

Жир	Содержание, %	
	фосфатиды	стерины и стериды
Свиной	0,03	0,07-0,13
Бараний	0,01	0,03
Говяжий	0,03	0,08

В жирах содержатся каротины, близкие по свойствам к липидам. Они поступают в организм животных с растительными кормами. Каротины являются пигментами и окрашивают жиры в желтый цвет. Количество каротинов в жирах зависит от вида животных, их кормового рациона.

В небольших количествах в животных жирах содержатся витамины А, Е и Д. Каротин, витамины А, Е являются природными антиокислителями.

Белковые вещества жировой ткани, содержащиеся в небольшом количестве, являются в основном белками соединительной ткани: коллаген, эластин, муцины, в меньшем количестве альбумины и глобулины. Из ферментов для жировой ткани наиболее характерны *липазы*, катализирующие гидролиз жиров.

3. Свойства жиров. Автолитические и окислительные изменения жиров. Способы предохранения жиров от порчи превращения тканевых жиров

Животные жиры различаются по физико-химическим свойствам, что обусловлено, прежде всего, свойствами триглицеридов; составом и соотношением входящих в них жирных кислот.

Физические свойства. Плотность жиров при 15 °С колеблется в интервале 0,915-0,961 г/см³. Различие в плотности воды и жиров используют в промышленной практике для очистки жира от воды (бульона) в процессе получения топленых жиров.

Способность к эмульгированию. В воде животные жиры практически нерастворимы, но могут образовывать дисперсные системы типа эмульсий. Способность к эмульгированию зависит от строения молекул триглицеридов и температуры их плавления. В присутствии эмульгаторов возможно образование устойчивых концентрированных эмульсий типа жир в воде или вода в жире в зависимости от их количественного соотношения.

Процессы образования и разрушения водно-жировых дисперсионных систем имеют большое практическое значение.

Очень важен процесс эмульгирования жира при куттеровании фарша в ходе производства эмульгированных мясopодуkтов (вареные колбасы и др.).

Способность жиров к эмульгированию играет решающую роль в усвоении их организмом. В этом смысле качество и пищевая ценность жира тем выше, чем лучше и легче он эмульгируется.

В процессе получения пищевых топленых жиров имеют место потери жира с водой за счет его эмульгирования при вытопке из жиросырья. Для разрушения эмульсий используют отсолку жира поваренной солью.

Растворимость жиров в органических растворителях используют для извлечения жира из сырья в ходе его технологической обработки (например, при получении желатина из кости), в лабораторной практике.

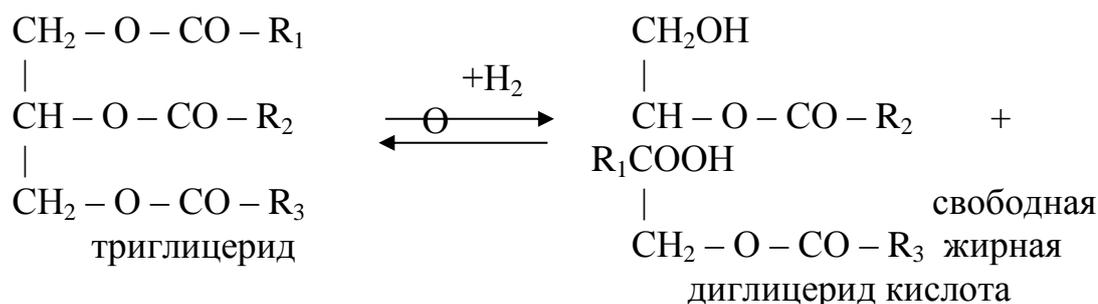
Животные жиры различного происхождения отличаются по *температуре плавления*. Температура плавления жира будет тем ниже, чем больше в его составе непредельных и чем меньше насыщенных жирных кислот, особенно стеариновой, поэтому температура плавления бараньего жира, содержащего до 62 % насыщенных кислот, выше, чем температура плавления свиного жира, в составе которого насыщенных кислот только 47 %. В свою очередь температура плавления жира влияет на усвояемость жиров. Так усвояемость свиного жира составляет 96-98 %, говяжьего - 80-84 %, бараньего - 80-90 %.

О степени непредельности жиров судят по *йодному числу* жира.

Химические свойства жиров определяются, главным образом, наличием эфирной связи между радикалом глицерина и радикалами жирных кислот, наличием или отсутствием двойных связей в структуре их радикалов.

Наличие эфирной связи делает возможными реакции *гидролиза* (омыления) при взаимодействии с водой, в результате чего расщепляется эфирная связь. Эта реакция протекает ступенчато с образованием сначала диглицеридов, затем моноглицеридов и глицерина. Последний образуется на глубоких стадиях гидролиза.

1 степень



Реакция гидролиза жира обратима и, если нет ускоряющих факторов, скорость ее невелика, и по достижении равновесия реакция приостанавливается. Сдвиг равновесия в сторону гидролиза жира происходит в присутствии достаточно больших количеств воды (более 40 % к массе жира).

Скорость гидролиза жира возрастает с повышением *температуры*. Однако это ускорение приобретает значение лишь при температурах выше 100 °С и большой продолжительности нагрева, например, если жир нагревать при 250 °С в течение 2,5 часов, то он практически целиком гидролизуеться.

Скорость гидролитических изменений жира возрастает в присутствии *сильных кислот и щелочей*.

Большое практическое значение имеет *ферментативное* ускорение гидролиза липазами, содержащимися в жировой ткани. Влияние липаз особенно велико при приближении к температурному оптимуму их действия (35-40 °С). Снижение температуры ниже 10 °С значительно ослабляет ферментативную активность липаз, но даже при отрицательных температурах она проявляется, хотя и в очень малой степени.

Ферментативный (автолитический) гидролиз жиров возможен в период сбора и накопления жирсырья перед вытопкой, при хранении охлажденного и замороженного мяса (так как жировая ткань - часть мяса), при длительной выдержке мяса в посоле. Довольно глубоко гидролизуется жир при изготовлении и хранении сырокопченых и сыровяленых мясопродуктов под влиянием тканевых и микробиальных ферментов.

Помимо автолитического расщепления жиров в процессе накопления жирсырья при нарушении условий сбора возможен микробиологический гидролиз жира, так как липазу выделяют некоторые микроорганизмы.

В топленых жирах ввиду инактивации ферментов и гибели микроорганизмов при вытопке жира и малого количества воды гидролиз мало вероятен.

Гидролитическая порча топленого жира возможна при большом содержании влаги, обсеменении микрофлорой, неполной денатурации белков при вытопке жира и наличии катализаторов. О глубине гидролитических изменений жиров судят по величине *кислотного числа*.

В свежей жировой ткани, только что извлеченной из туши, кислотное число не превышает 0,05-0,2 мг КОН.

Небольшие значения кислотных чисел, установленные стандартом для пищевых топленых жиров (1,1-3,5 мг КОН), отвечают первой ступени гидролиза, поэтому глубина гидролиза не отражается на пищевой ценности жира (органолептических свойствах, биологической ценности).

Кислотное число как показатель качества пищевого жира является *косвенным признаком* соблюдения режима сбора и подготовки сырья к вытопке. При этом возможно развитие микробиальных процессов, скорость которых так же, как и скорость ферментативного гидролиза жира зависит от температуры. Ограничение кислотного числа стандартом снижает вероятность его порчи в указанный период и требует создания специальных условий, тормозящих нежелательные процессы, что позволит избежать снижения сортности топленого жира.

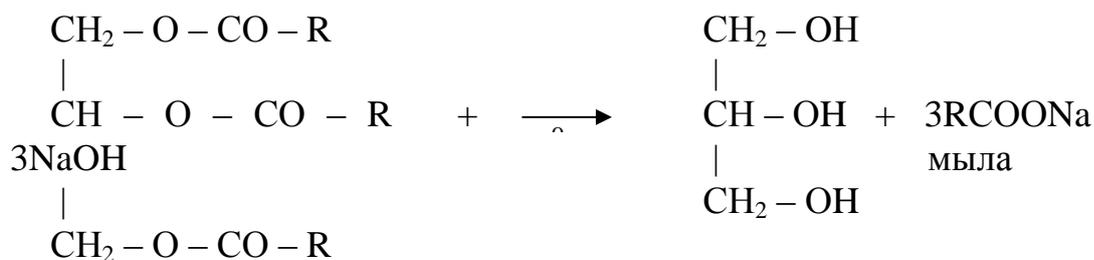
Количество свободных жирных кислот влияет также на *скорость окислительной порчи* жира. Чем выше кислотное число, тем быстрее портится жир при хранении.

От содержания в жире свободных жирных кислот зависит *температура дымообразования* (чадения) жира, используемого для кулинарных целей. Например, температура дымообразования свиного жира меняется следующим образом:

Содержание свободных жирных кислот, %	0,02	0,04	0,4	0,8
Температура дымообразования, °С	226	213	177	160

Предотвращение или снижение уровня нежелательного гидролитического расщепления жиров возможно за счет инактивации ферментов путем нагрева, хранения жирового сырья и жиросодержащих продуктов при низких положительных и при отрицательных температурах вследствие торможения ферментативных и микробиальных процессов.

Вместе с тем необходимо отметить также целенаправленное использование гидролиза жира, например, при производстве мыла. В ходе щелочного гидролиза жиров (омыления) образуются соли жирных кислот (мыла).



Известно также, что накопление летучих жирных кислот в ходе гидролитических изменений жира и образующихся из них соединений (например, карбонильных) оказывает влияние на формирование вкуса и аромата мясных продуктов.

В отличие от гидролиза *окислительные* изменения жиров существенно влияют на качество жиров и могут привести к их порче. Знание механизма окисления жиров дает возможность управлять этим процессом.

Под окислением следует понимать отрыв атома водорода от молекулы окисляемого вещества. Окисление жиров связано с их взаимодействием с кислородом воздуха.

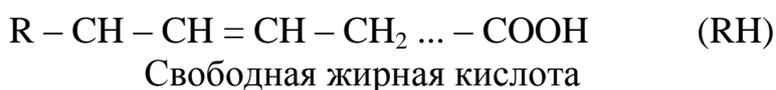
В основе современных представлений о механизме реакций окисления органических веществ лежит *перекисная теория* А. Н. Баха и *теория разветвленных цепных реакций* Н. Н. Семенова.

Первая теория дает ответ на вопрос: какие соединения являются *первичными* продуктами окисления органических веществ; вторая - объясняет, в какой последовательности происходит их окисление.

В соответствии с перекисной теорией первичными продуктами окисления большинства органических соединений являются *перекиси*. Установлено, что при окислении липидов образующиеся перекиси являются *гидроперекисями* (R-O-O-H).

При образовании гидроперекисей кислород атакует СН-связь в α -положении к двойной С=C-связи, которая обладает повышенной реакционной способностью в процессах окисления. Отрыв α -метиленового атома водорода от соединения с двойными связями между двумя атомами углерода приводит к образованию свободного активного *радикала*, на что требуется затрата энергии.

В жирах свободные радикалы образуются путем отщепления атома водорода от углеводородной цепи свободных жирных кислот или связанных с глицерином в молекуле жира.



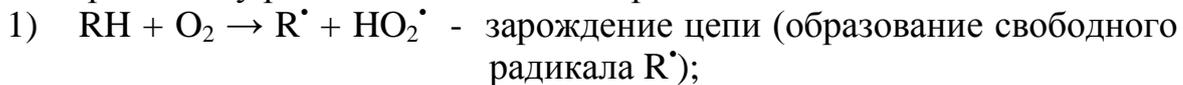


Радикал жирной кислоты

Для упрощения записей обозначим молекулу жирной кислоты RH , а ее свободный радикал, образующийся при окислении, $-R\cdot$.

Окисление жиров протекает с образованием свободных радикалов и относится к медленно развивающимся цепным разветвленным реакциям.

Рассмотрим схему разветвленной цепной реакции окисления:



В присутствии кислорода образуется перекисный радикал $RO_2\cdot$, который реагирует с новой молекулой окисляемого вещества (жира) с образованием гидропероксида $ROOH$ и нового свободного радикала $R\cdot$, продолжающего цепную реакцию окисления.



Гидроперекиси неустойчивы и способны распадаться с образованием свободных радикалов $RO\cdot$, $OH\cdot$. Эта реакция идет медленно и ускоряется при наличии катализаторов окисления (металлов переменной валентности, света, при нагревании и т. д.).

Оба радикала очень активны и окисляют новые молекулы.



Обрыв цепи свободнорадикального процесса может происходить при взаимодействии свободных радикалов с образованием устойчивых продуктов.

Окисление жиров кислородом воздуха является *автокаталитическим* процессом. Считают, что преобладающими инициаторами окисления являются гидроперекиси: они дают начало разветвлениям цепей окисления, с их участием происходят процессы образования вторичных продуктов окисления. Скорость образования самих гидроперекисей и последующее образование вторичных продуктов окисления зависят от парциального давления кислорода.

О степени окислительных изменений жира судят по величине *перекисного числа*.

Сразу после убоя животного в жировой ткани перекиси не обнаруживаются. Так как процесс окисления начинается сразу после извлечения сырья, в свежевытопленном жире перекиси можно обнаружить.

На первых этапах окисления жира перекисное число практически не меняется. Этот период называют *индукционным*. Во время индукционного периода нет других продуктов окисления, кроме перекисей.

Индукционный период заканчивается при перекисных числах 0,04-0,06. По его истечению накопление перекисей резко возрастает, появляются вторичные продукты окисления. Для стабилизации качества жира целесообразно удлинять индукционный период.

В процессе окисления гидроперекиси могут превращаться в устойчивые промежуточные и конечные продукты окисления: спирты, карбонильные соединения, эфиры, кислоты, оксикислоты, эпокисоединения и др.

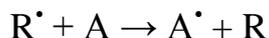
В зависимости от температуры хранения различают два вида окисления: *прогоркание*, протекающее при положительных температурах с накоплением альдегидов и кетонов и появлением неприятного прогорклого запаха и вкуса, и *осаливание* (при отрицательных температурах хранения) с образованием оксикислот.

При окислении жиров происходит существенное изменение их качества. Появляется прогорклый или другой посторонний *запах и вкус*, которые придают жиру вторичные продукты окисления. Изменяется *цвет* жира за счет окисления пигментов. Снижается содержание полиненасыщенных жирных кислот, витаминов. Накапливаются токсичные и канцерогенные вещества.

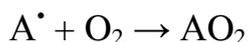
Скорость окислительных изменений жиров зависит от температуры, парциального давления кислорода, содержания первичных продуктов окисления (пероксидов), наличия катализаторов окисления (металлов переменной валентности, гемоглобина крови, действия света, ионизирующего излучения, а также от химического состава сырья (содержания ненасыщенных жирных кислот, природных антиокислителей).

В связи с этим выбор технологических параметров обработки жиросодержащего сырья должен быть ориентирован на торможение окислительных процессов на всех этапах производства и хранения.

Наиболее эффективное торможение окислительных изменений жиров достигается применением антиокислителей. Механизм действия антиокислителей основан на их взаимодействии со свободными радикалами, в результате чего цепь обрывается.



При взаимодействии с кислородом активная молекула антиокислителя переходит в неактивный окисленный продукт.



К антиокислителям предъявляют следующие требования:

- наличие эффективного антиокислительного действия;
- отсутствие специфического вкуса и запаха;
- безвредность;
- устойчивость к действию высоких температур;
- экономичность использования.

Этим требованиям в наибольшей степени отвечают бутилоксианизол и бутилокситолуол. Эти химические антиокислители вводят в топленый жир в количестве 0,01-0,02 % от его массы. Синергистами антиокислителей являются полифосфаты, аскорбиновая, щавелевая кислоты и др. Свиной жир с антиокислителями может храниться при минус 8 °С до 2-х лет.

4. Пищевая и промышленная ценность жировой ткани

После мышечной ткани жировая ткань - это наиболее ценная ткань в составе мяса. Увеличение доли жировой ткани в мясе до определенного уровня повышает его пищевую ценность.

Пищевая ценность жировой ткани определяется наличием жиров, так как жиры являются потенциальными источниками больших запасов энергии.

Биологическая ценность жиров обусловлена содержанием в них полиненасыщенных жирных кислот (с двумя и более двойными связями): линолевой, линоленовой и арахидоновой. Кроме того, жиры являются источником жирорастворимых витаминов А, Е, Д.

Жировая ткань в качестве одного из основных компонентов входит в состав мяса и используется для изготовления мясных продуктов различных ассортиментных групп. Жир-сырец, получаемый при убое и переработке животных, применяют также для изготовления мясопродуктов, но, главным образом для производства пищевых топленых жиров. Непригодное для пищевых целей жирсырье направляется для изготовления кормовой муки, кормового и технического жиров.

Контрольные вопросы

1. Что входит в понятие «соединительная ткань»?
2. Каков состав соединительной ткани?
3. Какие белки входят в состав соединительной ткани?
4. Как можно схематически представить строение коллагена?
5. Охарактеризуйте аминокислотный состав коллагена.
6. Какими свойствами обладает коллаген?
7. В чем особенности строения эластина и ретикулина, входящих в состав соединительной ткани?
8. Охарактеризуйте компоненты, которые входят в состав основного вещества соединительной ткани.
9. Какие виды соединительной ткани вы знаете, и каково их строение?
10. Опишите состав и свойства хрящевой ткани.
11. Что относится к костной ткани? Каковы ее состав и свойства?
12. Какие изменения происходят с коллагеном при нагреве в воде?
13. Охарактеризуйте состав костного мозга.
14. Что такое жировая ткань? Химический состав жировой ткани.
15. Опишите физико-химические свойства жира.
16. В чем заключаются автолитические изменения жиров?
17. Как происходит окисление жира?
18. Охарактеризуйте продукты окисления жиров.
19. Каким образом можно предохранить жир от окислительной порчи?
20. Охарактеризуйте естественные антиоксиданты, присутствующие в жирах, и их свойства.

Тема 2.4 Биохимия внутренних органов, эндокринных и пищеварительных желез

Тема: Биохимия внутренних органов

1. Химический состав, биохимия и пищевая ценность почек, печени, легких, внутренних органов.
2. Автолитические изменения внутренних органов.
3. Сбор, хранение и переработка эндокринно-ферментного сырья.
4. Консервирование и транспортировка эндокринно-ферментного сырья

1. Химический состав, биохимия и пищевая ценность почек, печени, легких, внутренних органов

Внутренние органы - печень, легкие, почки, головной и спинной мозг выполняют при жизни животного специфические функции, которые не сопряжены с двигательными. Строение и состав органов определяется специфичностью их функций. Каждый из них состоит из остова и паренхимы. Остов, играющий опорную роль, представлен в основном соединительной тканью, в которой проходят нервы, кровеносные и лимфатические сосуды. Соединительнотканый остов разделяет орган на отдельные участки, в которых располагается паренхима (железистая ткань)- специфическая для каждого органа.

Печень относится к паренхиматозным органам и составляет около 15% от массы тела животного. Она является ценным питательным продуктом и сырьем для получения биологически активных препаратов.

При жизни животного в печени осуществляется множество сложнейших биохимических процессов. Она обильно снабжается кровью (около 25% общего объема крови находится в печени), которая доставляется не только артериям, но и воротной веной, приносящей продукты всасывания из кишечника.

Железистая паренхима печени представлена сетью концевых секреторных отделов, печеночных клеток, желчных и кровеносных капилляров. Печеночные клетки выполняют секреторные функции двоякого рода: часть веществ они выделяют в желчь, а остальные – в кровь. Выделяемые из гомогената печени субмикроскопические образования-митохондрии составляют 15-20%, а микросомы- 20-25% от сухого вещества. Высокое содержание их связано с активно протекающими процессами ассимиляции и диссимиляции.

Химический состав печени характеризуется следующими компонентами: вода-72,0%, жир- 4,5%, общее количество белка- 17,4%, в том числе коллаген- 1,6%, эластин- 0,04%, минеральные соединения (зола)- 1,5%.

Белки. Основную массу сухого вещества печени составляют белки, причем около 25% общего азота белков сосредоточено в митохондриях и 20-25% в микросомах, т.е. около половины белков входит в состав этих органелл. Белковый состав печени исключительно разнообразен, так как в ней синтезируются и резервируются не только белки печени и широкий спектр ферментов, но и белки крови. Белки представлены в основном глобулинами, составляющими около

13% массы печени, на долю альбуминов приходится только около 1%. В печени содержится значительное количество негемовых железосодержащих белков. В меньшем количестве в ней обнаружены нуклеопроотеиды, гликопротеиды, липопротеиды, коллаген, эластин, муцины и другие специфические белки.

Белки экстракта печени электрофоретически разделяют на шесть основных и ряд менее определенных фракций. По электрофоретической подвижности некоторые белки печени похожи на белки сыворотки крови: α -глобулинам соответствует 30-35% белков печени (фракции Б и В), ν - и γ -глобулинам (фракции Г, Д, Е) - приблизительно 30%, меньшей подвижностью характеризуется 25% белков. На долю белков, подобных сывороточным альбуминам, приходится 3-6% (фракция А). В сыворотке доля таких белков составляет 60%.

Железосодержащие белки печени являются запасными источниками железа, необходимого для синтеза гемоглобина, каталазы, миоглобина, цитохромов (подобные белки содержатся также в селезенке и костном мозге). Одним из них является белок ферритин, молекулярная масса которого составляет 545 кДа. Простетической группой ферритина является железосульфидный кластер. Из печени выделен также медьсодержащий белок гематокупреин, в котором присутствует 0,34% меди.

Широкий спектр ферментов печени объясняется многообразием совершающихся в ней биохимических превращений. В печени содержатся ферменты углеводного обмена (амилолиза, гликолиза и аэробного окисления углеводов), белкового и липидного обмена. Характерным для печени является присутствие протеаз – катепсинов и кальпайнов. В печени обнаружены также ферменты синтеза и распада нуклеопроотеидов, окисления пуринов, синтеза мочевины, окисления жиров, каротиназа и ряд других. Значительная часть их локализована в митохондриях – это сукцинатдегидрогеназа, ферменты трикарбонового цикла, глутаминдегидрогеназа, дегидрогеназа щавелевоуксусной кислоты, цитохромоксидаза, НАД- и НАДФ-цитохромредуктаза, АТФаза, каталаза, цитохром С и др.

Кроме белков, в составе печени содержатся липиды (в основном, фосфатиды и холестерол). Количество их в говяжьей печени характеризуется следующими данными (в %): общий жир-6,2, холинфосфатиды- 1,56, кефалинфосфатиды-1,5, холестерол-0,15-0,2.

Углеводы. В печени содержатся больше углеводов в виде гликогена, чем в других органах. В зависимости от состояния животного количество его может составлять от 4 до 17% к массе органа. В печени в небольшом количестве находится также глюкоза (около 100 мг%), разнообразные продукты ее окислительного распада и инозит, вырабатывается и содержится ряд мукополисахаридов, в том числе гепарин. Основная функция гепарина-предотвращение свертывания крови.

Печень содержит небольшое количество азотистых экстрактивных веществ (продукты промежуточного или конечного обмена): креатинин, холин, пуриновые основания, аминокислоты, АТФ и продукты её превращения, мочевины, таурин, парные эфиросерные, эфироглюкуроновые кислоты и т.д.

В печени обнаружены практически все витамины что, в значительной мере связано с выполнением ее клетками специфических функций. Содержание

витамина А (ретинол) в печени составляет около 30 мг%, что во много раз выше, чем в мышцах (0,02мг%), то же следует отметить и в отношении а- токоферола. Из водорастворимых витаминов в печени присутствуют в значительном количестве витамин В₂ (рибофлавин), В₁ (тиамин), РР (ниацин), В₆ (пиридоксин), К, биотин, холин, пантотеновая кислота. Важное значение для животных организмов имеет антианемический витамин В₁₂ (кобаламин) – единственный металлоорганический витамин (4,5% кобальта).

В печени крупного рогатого скота обнаружены (в мг% к сухой массе органа): кальций- 8,1, сера-17,70, фосфор-17,70, железо- до 26,0. Из печени выделен железосодержащий пигмент гемосидерин, который откладывается в ткани в виде неправильных зерен цвета охры. В состав гемосидерина входит 55% железа, 12-15% водорода, 26% кислорода, меньше 1% углерода, меньше 0,1% азота, т.е. пигмент относится к неорганическим соединениям железа. В печени содержится 3,9-6,0 мг% цинка, кобальта, а также очень небольшие количества меди (0,00004 мг%), 26-38 мг% марганца и других веществ.

Желчь. Печень вырабатывает особый секрет-желчь. Она продуцируется печеночными клетками и по желчным канальцам поступает в желчный пузырь, откуда в процессе пищеварения изливается в кишечник. Накапливающаяся в желчном пузыре так называемая пузырьная желчь отличается от печеночной желчи, находящейся в ткани печени. Пузырная желчь более концентрированная вследствие меньшего содержания воды. Она представляет собой густую горькую жидкость желтоватого или желтовато-бурого цвета; рН ее составляет 7.5. величина сухого остатка желчи 14-16%

Желчеобразование происходит непрерывно, хотя интенсивность этого процесса на протяжении суток резко колеблется. Вне пищеварения печеночная желчь переходит в желчный пузырь, где происходит её сгущение в результате всасывания воды и электролитов. Плотность печеночной желчи 1010 кг/м³ , а пузырьной -1040 кг/м³. Концентрация основных компонентов в пузырьной желчи в 5-10 раз выше, чем в печеночной.

В желчном пузыре в результате патологических изменений образуются так называемые желчные камни. По химическому составу они различны. У крупного рогатого скота чаще всего встречаются пигментные камни- образования неправильной формы, массой до 10 г, темно-бурого цвета, тяжелея воды, хрупкие; в их состав входят биливердин, фосфорная кислота и щелочноземельные соли. Реже встречаются белые или светло-желтые камни, более легкие, чем вода, состоящие в основном из холестерина.

Иногда обнаруживаются известковые камни – мелкие круглые камешки коричневого или желтого цвета, состоящие из углекислого кальция и магния с примесью фосфата. Из других минеральных веществ в желчи содержатся главным образом различные карбонаты и бикарбонаты.

Желчные камни могут использоваться в фармакологии и технике.

Биохимические процессы в печени

Печень играет значительную роль в организме животных. Наиболее важные функции, которые она выполняет, следующие.

1. Печень участвует в регуляции кровообращения, пропуская и задер-

живая кровь, а, следовательно, регулирую объем крови, поступающей в кровяное русло.

2. Роль печени в обмене веществ определяется, прежде всего, тем, что в нее вместе с током крови доставляются из кишечника почти все продукты гидролитического распада пищевых веществ. В значительной степени эти продукты в ней ассимилируются, а затем по мере надобности выделяются в кровяное русло. Печень регулирует обмен углеводов путем синтеза и диссимиляции гликогена. Аэробное окисление молочной кислоты, доставляемой с током крови из мышечной ткани, и ресинтез гликогена из молочной кислоты также происходят в основном в печени.

Печень активно участвует в обмене жиров и липидов. В ней синтезируются и временно накапливаются липиды (фосфатиды), а также холестерол и желчные кислоты, выделяемые с желчью. При нормальных условиях жиры окисляются в печени. Активно участвует печень в обмене белков: в ней синтезируются не только белки собственной ткани, но и многие белки крови. Некоторые белки и аминокислоты накапливаются в печени, а затем по мере необходимости переходят в кровь. Печень регулирует также обмен витаминов.

3. Большое участие печень принимает в кроветворении, осуществляя синтез белков плазмы: альбуминов, глобулинов, фибриногена, протромбина, тромбокиназы. Распад гемоглобина происходит также в печени. В результате распада гемоглобина гемм подвергается последовательной деструкции. При этом происходит выделение железа и разрыв порфиринового кольца с образованием желчных пигментов - биливердина, а затем билирубина и других продуктов окисления, которые выводятся с желчью через кишечник.

4. В печени осуществляется секреция желчи, необходимой для переваривания липидов.

5. Печень играет исключительно важную роль в защите организма от ядовитых соединений неорганической природы, поступающих из кишечника, алкалоидов, продуктов гнилостных превращений белков в кишечнике, которые обезвреживаются в виде парных соединений с серной и глюкуроновой кислоты. Путем синтеза мочевины в печени обезвреживается аммиак.

В печени чужеродные вещества (ксенобиотики) превращаются в менее токсичные, а подчас индифферентные вещества. Происходит это путем окисления, восстановления, метилирования, ацетилирования и конъюгации с теми или иными веществами. Необходимо отметить, что окисление, восстановление и гидролиз чужеродных соединений в печени осуществляют в основном микросомальные ферменты.

Наряду с процессами детоксикации в печени могут протекать процессы трансформации ксенобиотиков, способствующие увеличению токсичности этих веществ. Например, в результате гидроксилирования ферментами группы цитохрома P450 конденсированных полиароматических соединений, таких как 3,4-бензпирен, образуются канцерогенные метаболиты.

Почки

Почки являются парным органом, имеют железистое строение, участвуют в регуляции водно-электролитного баланса, поддерживают кислотно-основное

состояние, выделяют азотистые шлаки, поддерживают осмотическое давление жидкостей в организме и выполняют ряд других функций. Ткань почки можно разделить на две зоны: внешнюю (корковую) красно-коричневого цвета и внутреннюю (мозговую), имеющую лилово-красный цвет. Основной функциональной единицей почечной паренхимы является нефрон.

В почках содержится 83% воды и 17% сухого вещества, в том числе 15-16% белков (глобулины, альбумины, нуклеопротеиды, муцины и мукоиды), 2-5% липидов и 1,1-1,2% углеводов. В почках обнаружены различные ферменты: амилаза, липаза, активные катепсины и кальпаины, специфический фермент ренин.

Из липидов в почках содержатся жиры, лецитины, холестерол (находятся в комплексе с белками), из углеводов – гликоген, глюкоза, из азотистых экстрактивных веществ – креатин, креатинин, мочевины, пуриновые основания и т.п.

В почках обнаружен ряд витаминов: ниацин (РР), пантотеновая кислота, биотин, особенно много витамина В₁₂ (до 0,5 мг%) и В₂- рибофлавина.

Почки экскретируют из организма посторонние вещества и конечные продукты тканевого обмена. Продукты обмена, поступающие в почки с кровью, активно отделяются, концентрируются и с мочой выделяются в мочевой пузырь. С мочой удаляются почти все конечные продукты азотистого обмена и большая часть минеральных соединений, а также некоторые безазотистые вещества и значительное количество воды.

Почки потребляют значительное количество кислорода, поступающего в организм животного. Это свидетельствует об активных редокс-процессах, связанных с расходом энергии на покрытие большой осмотической работы, выполняемой органом.

Выделение мочи почками - достаточно сложный процесс. Благодаря особому устройству почечных канальцев жидкая (безбелковая) часть крови, протекающей через почки, подвергается ультрафильтрации и сгущается. При этом часть веществ вновь возвращается в кровь, а образовавшаяся моча, значительно отличающаяся возросшей концентрацией исходных веществ от плазмы крови, поступает в почку в мочевой пузырь.

Легкие

Легкие - это парный орган, составляющий около 1% от массы тела животного. Легкие состоят из долек, разделенных соединительнотканью перегородками. Через дольки проходят разветвляющиеся бронхи-трубки, образованные хрящевыми пластинками или фиброзной тканью и заканчивающиеся альвеолами.

По химическому составу легкие отличаются от других органов высоким содержанием воды-80%, и меньшим содержанием белков, на долю которых приходится 15%. Из них в значительном количестве содержится коллаген-около 5% и эластин- около 1%. Кроме белков, в состав легких входит 2-5% липидов, в том числе (в мг % к сухой массе): фосфатидов-11,5 (кефалины-3,7 лецитины-3,3), сфингомиэлинов-2,3 и стероидов (холестерол)-2,2. В легких содержится гепарин. Минеральные вещества составляют около 1%. Через легкие осуществляется газообмен между кровью и окружающим воздухом. Кроме того, они участвуют в регуляции температуры тела. Поверхность легких обычно

превышает поверхность тела в 75 раз и может достигать, например, у человека, более 100 м².

Использование внутренних органов

Пищевая ценность печени и почек определяется содержанием в них белков, жиров и калорийностью. В составе белков печени и почек имеются в значительном количестве все незаменимые аминокислоты. В этих органах находятся также ценные в пищевом отношении липиды (особенно холин- и инозит-фосфатиды) и минеральные вещества (железо, фосфор, микроэлементы).

Печень является очень ценным продуктом по содержанию витаминов, главным образом водорастворимых группы В (особенно В 12), холина, а также жирорастворимых - А, К, Е.

В почках содержится значительное количество витаминов и важные минеральные элементы-железо и фосфор. По химическому составу они также представляют собой ценный пищевой продукт.

Но поскольку и печень и почки участвуют в процессах детоксикации ксенобиотиков, попадающих в организм из внешней среды в составе воды и пищевых продуктов, использование их в пищевых целях должно быть биохимически контролируемым.

Легкие содержат полноценные белки в меньшем количестве, чем печень и почки, поэтому количество некоторых незаменимых аминокислот в легких ниже, чем в других органах. Кулинарная ценность легких, по сравнению с печенью и почками, невелика. Поэтому легкие используют в пищу главным образом в сочетании с другими тканями и с другим сырьем.

Биологические препараты из внутренних органов

Препараты из печени. В качестве основы для получения разнообразных биологически активных лечебных препаратов из печени используют ее водный экстракт. Активным началом, входящим в состав препаратов из печени, применяемых для лечения злокачественной анемии, является, прежде всего, витамин В12, стимулирующий синтез гемоглобина и повышающий усвоение железа, а так же другие витамины, биологически активные органические соединения и минеральные вещества.

Антианемин получают из измельченной печени крупного рогатого скота путем экстракции подкисленной водой при 70С. После специальной обработки и последующей фильтрации через стерилизующие фильтры препарат разливают в ампулы.

Камполон (или гепалон)- концентрированный водный экстракт печени, предназначенный для парентерального введения. Процесс получения препарата на первой стадии (экстракции) аналогичен изготовлению антианемина, но в дальнейшем дополнительно удаляют белки. 1 мл препарата соответствует 40г свежей печени и содержит 1,3 мкг витамина В12.

Препараты из желчи. Из желчи выделяют желчные кислоты, являющиеся основой для изготовления лечебных препаратов, например, хологона. Хологон является окисленным производным холевой кислоты, т.е. дегидрохолевой кислотой. Это белый кристаллический порошок, нерастворимый в воде, раство-

римый в спирте. Температура его плавления составляет 230-237С. Кроме того, из желчи получают ряд других лечебных препаратов: аллохол, холензим и др. Действующим началом в них являются желчные кислоты в комбинации с другими натуральными компонентами. В состав холензима, кроме желчи, входят ферменты слизистой оболочки кишок и поджелудочной железы. Эти препараты употребляют при заболеваниях, связанных с нарушением деятельности желудочно-кишечного тракта и печени.

Препараты из легких. Из легких убойных животных получают гепарин (антитромбин) – препарат, применяемый в качестве антикоагулянта крови. Хотя гепарин содержится во многих тканях и органах, но экономически целесообразно выделять его из легких. После очистки и промывания легкие измельчают (важное значение имеет удаление крови, содержащей фермент гепариназу). Измельченные легкие экстрагируют 1% NaCl при слабощелочной реакции. Последующая обработка экстракта заключается в многократных операциях переосаждения гепарина из раствора спиртом, протеолизе, окончательной довольно сложной очистке (осаждение белков, очистка ионообменной смолой и др.) и сушке. Нативный гепарин находится в ткани в комплексе с белком, поэтому одна из операций по выделению препарата связана с разрушением этого комплекса путем протеолиза и отделения гепарина от белков.

2. Автолитические изменения внутренних органов

После убоя животного в паренхиматозных органах происходят автолитические изменения, специфические для каждого органа. Содержание гликогена в печени при автолизе быстро уменьшается в печени первых суток. В дальнейшем (через 48 часов) низкий уровень гликогена остается стабильным. Одновременно с распадом гликогена к концу первых суток несколько увеличивается содержание редуцирующих сахаров; к концу вторых суток количество их уменьшается. Содержание молочной кислоты при автолизе этого органа возрастает, но значительно медленнее, чем при автолизе мышц. Вместе с тем более заметно в ткани накапливается неорганический фосфат. В результате увеличения содержания кислот активная реакция среды печени сдвигается в кислую сторону с рН 7,2-7,1 до рН 6,4-6,5 к 24 ч автолиза и до рН 6,3-6,5 к 48 ч, но все время остается более высокой, чем в мышечной ткани.

Вследствие автолиза, приводящего к накоплению кислот, изменяются свойства белков. На начальных стадиях хранения печень незначительно затвердевает, т.е. наблюдается ее окоченение, сопровождающееся помутнением протоплазмы. Вместе с тем изменяется окраска печени: из светло-коричневой она становится темно-коричневой, что связано с окислением гемоглобина до метгемоглобина. При хранении резко снижается способность печени набухать в воде. Уже через 24 ч набухание составляет 55% от исходного, а к 48 ч-34%. Эти факты свидетельствуют об изменении физико-химических свойств ткани, связанном с изменением свойств ее белков. В результате протеолиза несколько увеличивается количество остаточного азота.

Автолитические процессы в печени сопровождаются изменением содер-

жания восстановленного глутатиона: через сутки после убоя животного оно увеличивается по сравнению с исходным, а на вторые-третьи сутки понижается. Эти колебания свидетельствуют о том, что при автолизе печени протекают многообразные окислительно-восстановительные процессы, в которые вовлекается этот трипептид.

При автолизе почек активная реакция среды также сдвигается в кислую сторону: через 24 ч рН снижается до 6,6-6,7 через 48 ч-до 6,5. Изменение величины рН сопровождается очень резким падением способности ткани к набуханию. Через 24 ч после убоя набухание почечной ткани в воде составляет 69%, а через 48 ч-только 24% от исходной величины.

Печень, почки и легкие при хранении в охлажденном состоянии менее стойки, чем мясо. Это обусловлено меньшей плотностью ткани, морфологическими, физико-химическими и биохимическими особенностями этих органов, более высоким значением рН, наличием активных групп ферментов (например, катепсинов и кальпаинов) и низкой микробиологической устойчивостью.

При продолжительном хранении в замороженном состоянии автолитические процессы в тканях не прекращаются, о чем можно судить по изменению содержания углеводов и величины рН.

При продолжительном хранении внутренних органов в замороженном состоянии в течении 4-6 мес. в них не обнаружен аммиак или сероводород. Это свидетельствует о том, что очень глубоким превращениям при таком хранении белки не подвергаются. Однако органолептические свойства их ухудшаются, поэтому срок хранения печени и почек в холодильниках не должен превышать 7 мес., а мозга-4 мес.

3. Сбор, хранение и переработка эндокринно-ферментного сырья

Некоторые виды сырья получаемого при убое сельскохозяйственных животных, используются для выработки медицинских препаратов. Действующим началом таких препаратов, обуславливающим лечебный и физиологический эффект, могут быть гормоны (гормональные препараты), ферменты (ферментные препараты) и другие биологически активные вещества, содержащиеся в органах или тканях. Многие препараты предназначены для лечебных целей. Некоторые из них можно использовать для регулирования процессов развития и размножения животных. Ферментные препараты применяют также в технологических процессах различных пищевых производств.

Гормоны и ферменты, полученные от животных различных видов, не обнаруживают видовой специфичности в биологическом воздействии на животный организм.

Для производства гормональных и ферментных препаратов используют сырье следующих видов: эндокринное-гипофиз, паращитовидная железа, щитовидная железа, поджелудочная железа, надпочечники, половые железы, плацента; ферментное-пилорическая часть свиных желудков, слизистая оболочка сычугов крупного и мелкого рогатого скота, поджелудочная железа, слизистая оболочка тонких кишок; специальное-кровь, печень, желчь, спинной мозг, мышечная ткань и некоторое другое.

Сырье для производства медицинских препаратов собирают только после заключения о благополучном состоянии животных на основании ветеринарного освидетельствования их перед убоем. Не допускаются к переработке на лечебные препараты железы с очагами уплотнений, атрофированные и с абсцессами.

При сборе сырья и передаче его для очистки и консервирования должны быть приняты меры, предотвращающие возможность его загрязнения и инфицирования. Важнейшее условие правильной организации сбора эндокринно-ферментного сырья-быстрое извлечение его из туши животного и максимальное сокращение времени между извлечением и последующим консервированием.

В процессе сбора сырья и отделения эндокринных желез следует избегать механических повреждений при возможно более полном отделении желез от прилежащих тканей.

Щитовидную железу используют для производства тиреоидина. Его получают из высушенных и обезжиренных желез убойных животных. Применяют при лечении заболеваний, связанных с гипофункцией щитовидной железы.

Паращитовидные железы служат сырьем для производства гормонального препарата паратиреоидина (паратиреокрин). Это водный раствор гормональных веществ, полученных при гидролизе паращитовидных желез крупного рогатого скота, очищенным путем осаждения активной фракции в изоэлектрической точке. Препарат применяют при различных формах тетании (судорожные припадки), астме и других заболеваниях.

Из поджелудочной железы получают гормональные и ферментные препараты. Для этого используют измельченную поджелудочную железу. Содержание инсулина и его выход при переработке зависят от вида и возраста животного, времени года. Наибольшее количество инсулина получают из поджелудочной железы свиней. Инсулин-гормон белковой природы. В поджелудочной железе имеется целый комплекс активных протеолитических ферментов, которые быстро разрушают гормон. Чтобы предотвратить автолитический распад инсулина, поджелудочную железу перерабатывают в свежем парном или замороженном состоянии. Инсулин экстрагируют подкисленным спиртом, что также тормозит действие протеолитических ферментов поджелудочной железы.

Из поджелудочной железы получают и ферментные препараты: медицинский панкреатин, применяемый при нарушении секреторной деятельности желудочно-кишечного тракта, и технический панкреатин, используемый в кожевенной промышленности в качестве мягчителя кож. Для промышленного изготовления ферментных препаратов можно использовать остаток ткани поджелудочной железы после извлечения из нее гормонов, а также поджелудочной железы, подвергшиеся автолизу и потому непригодные для производства инсулина.

Из надпочечников получают препараты адреналина. Гормон экстрагируют подкисленным спиртом из измельченных тканей железы, и препарат очищают от примесей. Адреналин легко окисляется в водных растворах при pH выше 5,0. Раствор при этом приобретает красный цвет. Окисление усиливается под влиянием солнечных лучей, поэтому при изъятии, очистке и хранении надпочечников необходимо избегать действия солнечного света, порезов и других нарушений целостности органа, чтобы не произошло окисления адреналина

кислородом воздуха. Адреналин применяют при понижении кровяного давления, кровотечениях и других заболеваниях.

Из коркового слоя надпочечников убойных животных экстракцией органическими растворителями получают препарат кортин-смесь гормонов. Препараты кортина применяют при бронзовой болезни, заболеваниях глаз, кожи и при других патологиях.

Половые железы служат сырьем для выработки препаратов, используемых в качестве лечебных средств при заболеваниях, связанных с недостаточной функцией яичников и семенников. Препараты мужских половых гормонов получают из семенников половозрелого крупного и мелкого рогатого скота. Выделение эстрогенов (женских половых гормонов) из тканей желез затруднительно, но половые гормоны обнаруживаются не только в половых железах, но и в некоторых других тканях, особенно в жидкостях организма (моче, крови, желчи). Поэтому их получают из мочи. Наибольшее содержание эстрогенов обнаруживается в моче жеребых кобыл, в связи, с чем для промышленного получения препаратов эстрогенов используют их мочу.

Препараты прогестерона получают из желтого тела самок всех видов убойных животных. Применяют для поддержания беременности.

Гипофиз используют для получения ряда препаратов. Наиболее важной является передняя доля гипофиза, используемая для выработки адренокортикотропного гормона (АКТГ). Содержание АКТГ в гипофизах животных различных видов неодинаково. В большом количестве он содержится в гипофизе свиней, меньшей-в гипофизах мелкого и крупного рогатого скота и лошадей. Препараты АКТГ применяют для лечения ревматоидных заболеваний, бронхиальной астмы, некоторых болезней крови и кожного покрова.

Из передней доли гипофиза получают также лактогенный гормон пролактин, применяемый для стимуляции лактации при недостатке молока у кормящих матерей. Из средней доли гипофиза получают гормон интермедин, который используют для лечения глазных болезней. Часто сырьем для этого препарата служит остаток измельченных гипофизов после извлечения АКТГ и пролактина.

Из задней доли гипофиза убойных животных получают препарат питуитрин-очищенный экстракт, активным началом которого являются окситоцин и вазопрессин. Питурин в качестве компонента входит в препарат маммофизин, который используют в акушерской практике.

Слизистая оболочка свинных желудков и сычугов крупного рогатого скота является сырьем для производства пищевого и медицинского пепсина и желудочного сока.

Из слизистой желудка (сычугов жвачных) молодых животных выделяют сычужный фермент ренин, или химозин. При промышленном получении препарата пепсина измельченную ткань слизистой оболочки желудка автолизуют в присутствии соляной кислоты при 42С. В процессе автолиза под действием пепсина ткань слизистой оболочки растворяется, и пепсин переходит в раствор, откуда его затем выделяют методом высаливания, очищают от продуктов распада белков и высушивают.

Пищевой пепсин применяют для свертывания молока при изготовлении сыров. Медицинский пепсин применяют как лечебный препарат при нарушении нормального выделения желудочного сока. Препарат ренин катализирует свертывание молока и используется в сыроделии.

4. Консервирование и транспортировка эндокринно-ферментного сырья

Консервирование эндокринно-ферментного сырья должно обеспечить наиболее полное сохранение его исходных биологических свойств, т.е. предотвратить развитие микробиальных процессов и в максимальной степени затормозить автолитические изменения. Помимо понижения содержания гормональных веществ, в ряде случаев продукты автолиза могут оказать неблагоприятное воздействие на организм. Например, в задней доле гипофиза накапливаются такие вещества, присутствие которых в препаратах может оказать угнетающее действие на кровообращение.

Качество поджелудочной железы резко ухудшается под влиянием развития автолитических процессов не только вследствие разрушения инсулина, но и в связи с тем, что продукты автолиза затрудняют очистку инсулина и уменьшают стойкость препарата при хранении.

Выбор методов консервирования эндокринно-ферментного и специального сырья определяется свойствами действующего начала и характером дальнейшей переработки сырья.

Консервирование замораживанием. Наиболее распространенный метод консервирования-замораживание и поддержание во время хранения возможно более низкой температуры.

Химические и биологические свойства сырья при быстром замораживании сохраняются лучше. Для этого рекомендуется использовать скороморозильные аппараты, обеспечивающие быстрое замораживание при температурах минус 30-4°C. Отпрепарированное и рассортированное сырье раскладывают в один или два слоя на противни. При отсутствии скороморозильных шкафов сырье замораживают в холодильных камерах при температуре не выше минус 12°C.

После замораживания железы снимают с противней и упаковывают в контейнеры. В один контейнер укладывают одноименные железы от одного вида скота. Так же упаковывают замороженные блоки слизистой оболочки. Замороженное сырье хранят при температуре не выше минус 12°C, не допуская значительных ее колебаний. Срок хранения замороженного сырья ограничивается 4-6 месяцами.

Консервирование химическими реагентами. Для консервирования эндокринно-ферментного сырья применяют реагенты: спирт, ацетон, поваренную соль. Консервирование перечисленными веществами основано на их водоотнимающем действии. Однако этот способ консервирования пригоден ограниченно. Выбор консерванта и его количество определяются природой действующего начала и характером дальнейшей переработки сырья.

Контрольные вопросы

1. Какие внутренние органы имеются у животных? Опишите их строение и состав.
2. Охарактеризуйте белки, входящие в состав печени.
3. Какова роль углеводов, содержащихся в печени?
4. Дайте характеристику желчи. Каков ее химический состав?
5. Какие биохимические процессы происходят в печени?
6. Что собой представляют почки? Их химический состав и роль в организме животных.
7. Дайте характеристику легким.
8. Какова пищевая ценность внутренних органов?
9. Какие биологические препараты получают из внутренних органов?
10. Охарактеризуйте автолитические изменения внутренних органов после прекращения жизни животного.
11. Что относится к эндокринно-ферментному сырью?
12. Для производства каких препаратов используют щитовидную и поджелудочную железы?
13. Что получают из надпочечников?
14. Для каких целей используется слизистая оболочка желудков?
15. Какова цель и способы консервирования эндокринно-ферментного сырья?
16. Какие консерванты эндокринно-ферментного сырья вам известны?
17. Почему препараты адреналина при воздействии света и воздуха меняют окраску?
18. Что такое стабилизаторы-антиоксиданты и чем они отличаются от консервантов?

Тема 2.5 Химический состав мяса и его пищевая ценность. Автолитические изменения мяса при охлаждении и хранении

Тема: Характеристика мяса как объекта технологии

1. Промышленное понятие о мясе.
2. Показатели качества мяса.
3. Факторы, определяющие качество мяса.
4. Роль мяса в питании человека.

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.

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 рН, 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. Факторы, определяющие качество мяса

Важно отметить, что качество получаемого при убое 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 убоя 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. 9.

Таблица 9

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. 10.

Таблица 10

Вид мяса	Содержание, % от массы мяса			
	влага	белок	жир	зола
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
Конины 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. 9 и 10 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.

Влияние возраста. С возрастом изменяется морфологический и химический состав мяса, его физико-химические и органолептические свойства.

В процессе роста животных и птицы в мясе повышается содержание жира и уменьшается количество влаги. Нарастает жесткость мяса вследствие утолщения мышечных волокон, увеличения доли эластиновых волокон в соединительной ткани и упрочнения коллагеновых волокон, что снижает степень гидротермического распада коллагена. По этой причине мясо молодых животных отличается более нежной консистенцией после тепловой обработки.

Мясо молодых животных отличается также более светлой окраской.

У свиней максимальные качественные характеристики формируются в основном к 8-ми месяцам, у КРС - в возрасте от 12 до 18 месяцев.

Для обеспечения относительной идентичности в качественных показателях мяса КРС при убое подразделяют в зависимости от возраста на 2 группы: животные старше 3-х лет (мясо взрослых животных) и с возрастом от 3-х месяцев до 3-х лет (мясо молодых животных).

Влияние породы. Животные различных пород имеют различия по живой массе, выходу и качеству мяса. Мясные породы КРС имеют хорошо развитые мускульную и жировую ткани, такое мясо более сочное, нежное, вкусное. Для мяса, полученного от молочных и мясомолочных пород, характерны повышенное содержание соединительной ткани и кости, меньшее содержание внутримышечного жира, худшие органолептические показатели.

У животных мясных пород мышечная ткань развивается преимущественно в частях туши, дающих наиболее ценное мясо, - в области спины, поясницы, в тазобедренной части.

Влияние пола. Пол животных влияет на качество и количество получаемого мяса. Половые различия в мясе молодых животных почти не влияют на качество мяса, но они заметно проявляются у взрослых и старых животных. Мясо самок более жирное, нежное, светлое. Мясо кастрированных животных имеет рисунок «мраморности». Мясо некастрированных самцов отличается специфическим неприятным запахом. По этой причине мясо быков, хряков в реализацию не допускают, а используют для промышленной переработки.

В колбасном производстве особое значение придается мясу быков, содержащему больше мышечной ткани, чем мясо волов и коров, и отличающемуся темно-красным цветом.

Влияние упитанности. При прочих равных условиях упитанность животных оказывает решающее влияние на выход, тканевый и химический состав мяса. Упитанность животных определяют степенью развития мышечной и жировой тканей и их соотношением.

С повышением упитанности животных и птицы увеличивается содержание в туше мякотной части и наиболее ценных мышечной и жировой тканей. При

этом в общем количестве белков мяса падает доля коллагена и эластина и повышается содержание полноценных белков.

Упитанность влияет также на содержание в мясе многих других веществ. Например, содержание *гликогена* в мясе КРС средней упитанности составляет около 460 мг %, а в мясе тощих животных - лишь около 190 мг%.

В зависимости от упитанности говядину, баранину, свинину делят на категории.

Следует отметить, что упитанность животных напрямую зависит от условий их содержания и рациона кормления.

Влияние анатомического происхождения. Для розничной торговли и промышленной переработки говяжьей, свиные полутуши, бараньи туши и тушки птицы разделяют на части. Различные части одной и той же туши различаются по количественному соотношению тканей, так как при жизни животного эти части несут разную нагрузку. Чем выше нагрузка, тем больше в мясе соединительной ткани, тем толще и прочнее мышечные и коллагеновые волокна, и следовательно, жестче мясо. Мышцы шейной, грудной, брюшной частей туши и конечности относятся к усиленно работающим мышцам, и поэтому содержат больше соединительной ткани, чем мышцы задних и верхних частей туши. Лучшие сорта мяса расположены в спинной части животного; чем ближе к голове и ниже от спины, тем хуже сорт мяса.

Прочностные свойства тех или иных мускулов связаны со строением и содержанием в них соединительной ткани, с диаметром мышечных волокон.

Например, в поясничном мускуле соединительная ткань представлена тонкими коллагеновыми волокнами, расположенными между мышечными пучками в виде параллельных нитей. Эластиновых волокон мало. В результате эта мышца отличается высокой нежностью.

Соединительная ткань наружного грудного мускула имеет ромбовидное плетение и образует сильно развитый перимизий, коллагеновые волокна значительной толщины и сложного переплетения, много эластиновых волокон. Все эти факторы в совокупности определяют повышенную жесткость данного мускула.

Чем выше диаметр мышечных волокон, тем выше жесткость мяса, так как саркоlemma более толстых волокон сильнее развита и более прочна. С увеличением диаметра волокна на 10 % сопротивление резанию возрастает на 20-30 %.

Различия частей туши животного в анатомическом плане определяют разницу в их тканевом и химическом составе, а значит и в пищевой ценности, что диктует целесообразность комбинированного использования мясных полутуш при их переработке и реализации.

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.

Пищевая и биологическая ценность мяса и мясных продуктов. Мясо теплокровных животных - важнейший продукт питания, являющийся источником полноценного белка, жира, витаминов, минеральных солей, а также экстрактивных веществ (креатин, пуриновые основания, молочная кислота, гликоген, глюкоза, молочная кислота и др.). Мясо животных по своему химическому составу обеспечивает организм жизненно необходимыми белками и содержит благоприятно сбалансированные все незаменимые аминокислоты. По сравнению с растительными продуктами мясо обладает более высокой усвояемостью, малой «приедаемостью», высокой насыщаемостью.

Химический состав, органолептические свойства и пищевая ценность мяса значительно варьируют в зависимости от вида, возраста и характера питания животного, а также от части туши. Содержание белков в мясе 11-21%. Количество жира колеблется в зависимости от упитанности животного, например в говядине от 3 до 23%, в свинине до 37%. Мясо упитанных животных не только имеет большую энергетическую ценность, но и содержит больше незаменимых аминокислот и биологически ценных жиров. Углеводов (гликогена) в мясе немного, менее 1%. Из минеральных веществ основное значение имеют такие макроэлементы, как фосфор, магний, калий, натрий, содержание которых мало отличается в различных видах мяса. Мясо является также источником некоторых микроэлементов - **железа**, меди, цинка, йода и др. Железо в 3 раза лучше усваивается из мяса, чем из растительных продуктов. В мясе содержатся различные витамины: тиамин, рибофлавин, пиридоксин, никотиновая и пантотеновая кислоты, а также холин. Внутренности (субпродукты) – печень, почки и др. содержат меньше белков, но очень богаты витаминами А, группы В и другими.

Растворимые в воде азотистые экстрактивные вещества мяса придают ему своеобразный аромат и вкус и возбуждают секрецию пищеварительных соков и деятельность нервной системы. При варке мяса от 1/3 до 2/3 экстрактивных веществ переходит в бульон, поэтому отварное мясо предпочтительно в химически щадящих диетах. Вываренное мясо широко используется в диетическом питании при гастритах, язвенной болезни, заболеваниях печени и других болезнях органов пищеварения.

Усвояемость мяса высокая: жиры усваиваются на 94%; белки нежирной свинины и телятины на 90%, говядины – 75%, баранины – 70%.

Основной особенностью жиров мяса является их тугоплавкость. Жиры мяса отличаются значительным содержанием твердых, насыщенных жирных кислот, имеющих высокую температуру плавления. Со снижением упитанности существенные изменения возникают в составе жира: уменьшается содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и резко повышается содержание насыщенных, твердых жирных кислот, в связи с чем возрастает температура плавления жиров. Жир мяса тощего скота обладает меньшей биологической ценностью и характеризуется низкой усвояемостью. В говядине и баранине преобладают насыщенные жирные кислоты, а содержание незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой) незначительно. В свинине много ПНЖК. По биологическим свойствам лучшим является свиной жир. Холестерина в мышечной ткани теплокровных животных в 1,5 раза меньше, чем в жировой.

Мясо птицы содержит больше белков: куры – 18-20%, индейка – 24,7% и экстрактивных веществ; белки и жиры усваиваются лучше. В липидах мяса птицы больше ПНЖК, чем в говядине и баранине. Белое мясо богато фосфором, серой и железом. Мясо уток и гусей не используется в диетическом питании, так как содержание жира составляет 36 – 38%.

Контрольные вопросы

1. Приведите химический состав мяса и охарактеризуйте его пищевую ценность.
2. Все ли белки мяса обладают биологической ценностью?
3. Рассмотрите состав животных жиров и их относительную биологическую ценность.
4. Какие витамины содержатся в мясе? Их влияние на пищевую ценность продуктов.
5. Какие макро- и микроэлементы содержатся в мясе и их значение в питании?
6. Что происходит с мясом при охлаждении? Как взаимодействуют компоненты мяса с внешней средой?
7. Какие изменения происходят в составе мяса при хранении в охлажденном состоянии?

Тема: Автолитические изменения мяса

1. Понятие об автолизе, стадии автолиза.
2. Автолитические изменения углеводов, их значение.
3. Изменения в белковой системе мяса, их значение.
4. Характеристика потребительских и технологических свойств мяса на разных стадиях автолиза.
5. Влияние различных факторов на скорость автолитических изменений мяса.
6. Понятие о мясе с нетрадиционным характером автолиза.

1. Понятие об автолизе, стадии автолиза

Автолитическими процессами называют процессы распада компонентов тканей мяса под влиянием находящихся в них ферментов, которые сохраняют свою каталитическую активность долгое время. *Автолиз* (греч. autos - сам и lysis - растворение) начинается в тканях животного сразу же после убоя в связи с прекращением поступления кислорода, отсутствием окислительных изменений и кровообращения, прекращением синтеза и выработки энергии, накопления в тканях продуктов обмена.

В ходе автолиза существенно изменяются качественные характеристики мяса: механическая прочность, органолептические и технологические свойства, устойчивость к микробиологическим процессам.

Изменение свойств мяса развивается в определенной последовательности в соответствии с основными *стадиями автолиза*: парное состояние - посмертное окоченение (rigor mortis) - разрешение посмертного окоченения - созревание - глубокий автолиз.

Основным внешним признаком автолиза является изменение прочностных свойств мяса.

Парное мясо (3-4 час после убоя) характеризуется нежной консистенцией.

В течение первых суток после убоя развитие посмертного окоченения (при 0-4 °С) приводит к росту механической прочности мяса.

На стадии разрешения окоченения (после 2-х суток автолиза при 0-4 °С), а также при созревании происходит улучшение консистенции мяса.

Изменение прочностных свойств мяса в ходе автолиза связано с изменением состояния миофибриллярных белков мышечной ткани, входящих в систему сокращения-расслабления мышц. Но в основе автолитических превращений мяса лежат изменения углеводной системы.

2. Автолитические изменения углеводов, их значение

После убоя ресинтез гликогена в мясе не осуществляется в связи с отсутствием поступления кислорода, и начинается его анаэробный распад по пути фосфолиза и амилолиза (рис. 6) с образованием молочной кислоты и глюкозы.

Через 24 часа гликолиз приостанавливается вследствие истощения запасов АТФ и накопления молочной кислоты, подавляющей фосфолиз.

Важнейшим следствием гликолиза является сдвиг рН мышечной ткани в кислую сторону за счет накопления органических кислот (рис. 7).

К моменту максимального развития посмертного окоченения (около 24 час автолиза при 0-4 °С) величина рН достигает минимального значения (5,5-5,6). По мере развития окоченения медленно возрастает на 0,1-0,2, не достигая величины рН парного мяса, и стабилизируется на уровне 5,6-5,8.

Сдвиг рН в кислую сторону зависит от содержания гликогена в мышечной ткани в момент убоя животного, поэтому у здоровых и отдохнувших животных конечная величина рН всегда ниже, чем у утомленных, истощенных.

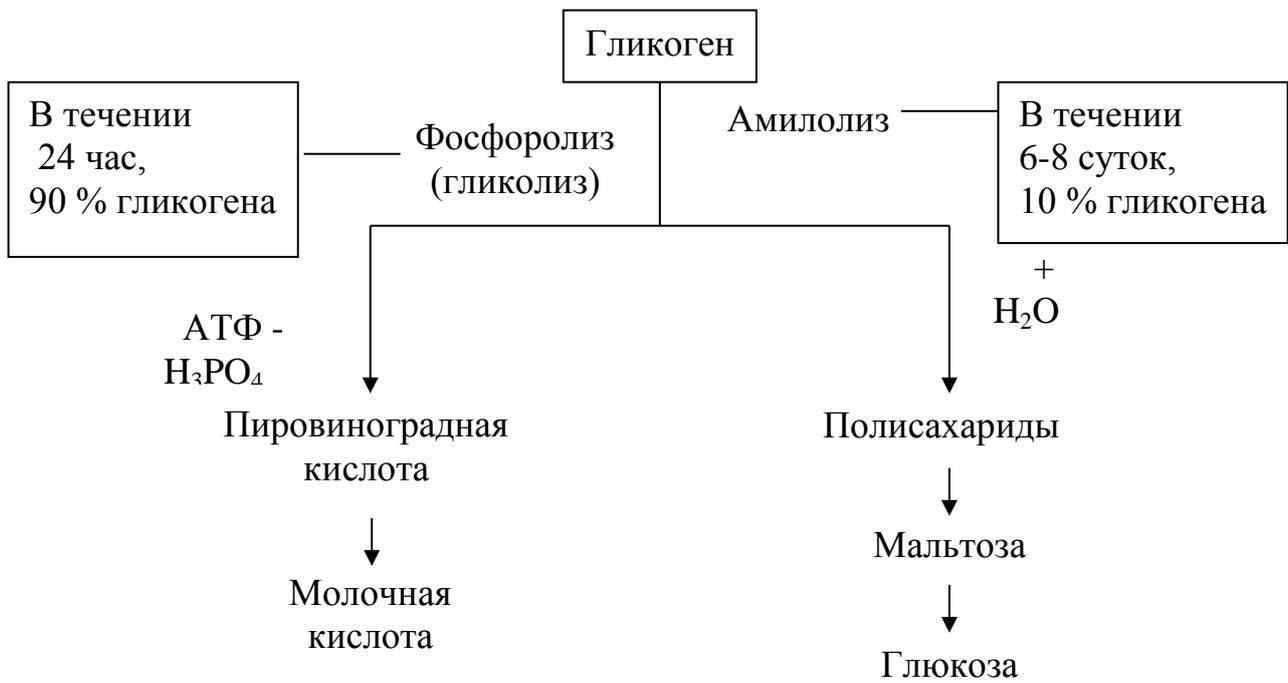


Рис. 6. Анаэробный распад гликогена

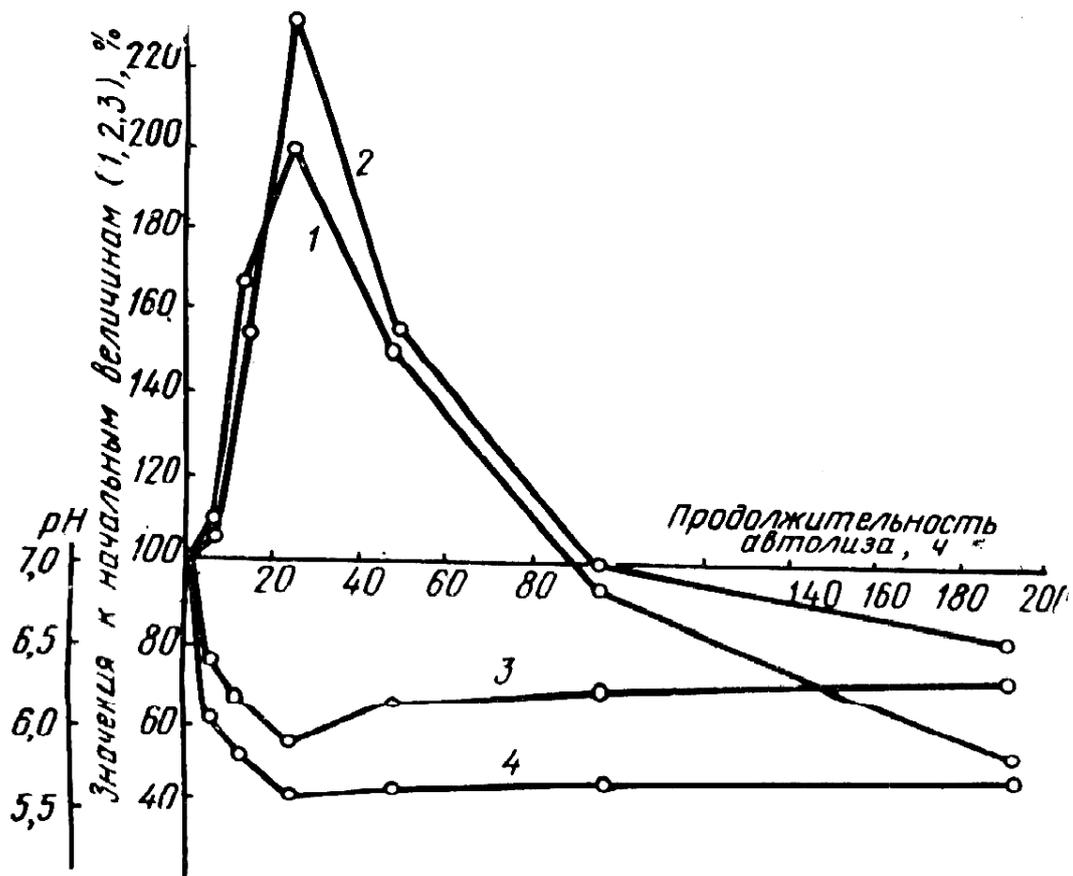


Рис. 7. Изменение свойств мышечной ткани в процессе автолиза (при 0-4 °С);
 1 - усилие резания; 2 - напряжение среза; 3 - ВСС; 4 - рН среды

Величину рН мяса можно достаточно точно и просто измерить с помощью рН-метров, что позволяет отслеживать стадии автолиза, выявлять мясо с нетрадиционным характером автолитических изменений.

Величина рН мяса является важнейшим показателем его качества, так как изменения в процессе автолиза влекут за собой существенные практические последствия, а именно:

- увеличивается устойчивость мяса к действию гнилостных микроорганизмов;
- снижается растворимость мышечных белков, уровень их гидратации, водосвязывающая способность за счет приближения рН мяса к изоэлектрической точке белков (4,7-5,4);
- происходит набухание коллагена соединительной ткани;
- повышается активность катепсинов (оптимальное рН 5,3), вызывающих гидролиз белков на более поздних стадиях автолиза.

Ферментативный распад гликогена является пусковым механизмом для развития последующих физико-химических и биохимических процессов.

3. Изменения в белковой системе мяса, их значение

Накопление органических кислот в мясе оказывает существенное влияние на состояние мышечных белков, что в свою очередь предопределяет технологические свойства мяса: консистенцию, ВСС, растворимость белков, их эмульгирующую способность и др.

На первой стадии автолиза важное значение имеет уровень содержания в мясе энергоемкой АТФ, вследствие десфосфорилирования (распада) которой осуществляется процесс фосфоролиза гликогена. Одновременно энергия дефосфорилирования обеспечивает сокращение миофибриллярных белков.

Сущность изменений в белковой системе мяса на начальных этапах послеубойного периода, в основном, связана с процессом образования актомиозинового комплекса и зависит от наличия в системе энергии и ионов кальция (Ca^{2+}). Непосредственно после убоя количество АТФ в мясе велико, Ca^{2+} связан в саркоплазматическом ретикулуме мышечного волокна, актин находится в глобулярной форме и не связан с миозином, что обуславливает расслабленное состояние волокон, большое количество гидрофильных центров и высокую ВСС белков. Сдвиг рН мяса в кислую сторону *запускает механизм* превращения миофибриллярных белков:

- ионы кальция выделяются из каналов саркоплазматического ретикулума, концентрация их возрастает;
- ионы кальция повышают АТФазную активность миозина;
- глобулярный актин (G-актин) переходит в фибриллярный (F-актин), способный вступать во взаимодействие с миозином в присутствии энергии распада АТФ;
- энергия распада АТФ инициирует взаимодействие миозина с фибриллярным актином с образованием актомиозинового комплекса и сокращения миофибрилл и мышечных волокон.

Результатом сокращения волокон является нарастание жесткости мяса, уменьшение эластичности и ВСС.

Таким образом, снижение ВСС в период посмертного окоченения обусловлено не только сдвигом рН среды к изоэлектрической точке мышечных белков, но и уменьшением числа гидрофильных центров сократительных белков в связи с образованием актомиозина. Динамика изменения ВСС и прочностных свойств мышечной ткани в ходе автолиза показана на рис. 7 (стр. 59).

Послеубойные сокращения волокон начинаются сразу после убоя, но в отличие от прижизненного синхронного сокращения они растянуты во времени и происходят беспорядочно. Первые признаки окоченения становятся заметны через 2-3 час после убоя. В процессе окоченения число волокон, переходящих в сокращенное состояние, постепенно возрастает, достигая наибольшего количества к моменту максимального развития окоченения (к 18-24 час - автолиза свинины, говядины при 0-4 °С), что согласуется с наибольшим нарастанием жесткости мяса на этом этапе автолиза (см. рис. 7 на стр. 59).

Таким образом, важнейшими последствиями окоченения мышц являются:

- значительное увеличение механической прочности (жесткости) мяса;
- снижение растворимости мышечных белков, а значит их эмульгирующей способности;
- снижение степени гидратации белков и ВСС;
- снижение перевариваемости мышечных белков пищеварительными ферментами;
- ухудшение развариваемости коллагена.

Посмертное окоченение мяса сопровождается снижением его качества за счет ухудшения органолептических, технологических свойств и биологической ценности.

Механизм дальнейших изменений миофибриллярных белков, приводящий к разрешению окоченения, еще не полностью изучен. Однако установлено, что на первых стадиях созревания происходит частичная диссоциация актомиозина, сопровождающаяся расслаблением мышц и ростом ВСС (см. рис. 7 на стр. 59).

Кроме того, на этапе разрешения окоченения возможно начинаются процессы протеолиза белков с участием *катепсинов*, что также способствует снижению прочности мышечных волокон.

Далее в процессе созревания мяса процессы протеолиза выступают на первый план и их интенсивность определяется количеством протеолитических ферментов в мышечной ткани и их активностью, на которую положительно влияет подкисление ткани в ходе автолиза и частичное разрушение мембран лизосом.

Процесс созревания мяса - это совокупность изменений его свойств, обусловленных развитием автолиза, в результате которых мясо приобретает хорошо выраженный аромат, вкус, становится мягким и сочным, более доступным действию пищеварительных ферментов по сравнению с мясом на стадии окоченения.

Важно отметить, что превращение белков от момента убоя до стадии раз-

решения окоченения несет в основном *конформационный характер* (изменяется пространственная структура белка). Созревание мяса связано с процессом *гидролиза* белков.

Основными последствиями созревания мяса являются:

- снижение жесткости мяса, улучшение консистенции;
- повышение растворимости, уровня гидратации и ВСС белков;
- повышение степени перевариваемости белков за счет разрушения актомиозинового комплекса;
- улучшение разваривания коллагена;
- формирование вкуса и аромата мяса за счет ферментативных превращений белков и других веществ мяса.

Парное мясо имеет слабо выраженный вкус и аромат. В ходе созревания происходит образование и накапливание продуктов ферментативного распада белков и пептидов (глутаминовая кислота, серосодержащие аминокислоты), нуклеотидов (инозин, гипоксантин и др.), углеводов (глюкоза, фруктоза, пировиноградная и молочная кислоты), липидов (низкомолекулярные жирные кислоты), а также креатина, креатинина и других азотистых экстрактивных веществ, - предшественников вкуса и аромата мяса.

Таким образом, в процессе созревания мяса происходит существенное улучшение органолептических и технологических характеристик, пищевой ценности по сравнению с мясом на стадии окоченения.

4. Характеристика потребительских и технологических свойств мяса на разных стадиях автолиза

Парное мясо характеризуется высокими технологическими свойствами: водосвязывающей, эмульгирующей способностью, максимальной развариваемостью коллагена, поэтому парное мясо целесообразно использовать при производстве эмульгированных (вареных) колбас и вареных штучных изделий из мяса. При этом обеспечивается высокий выход продукции и снижается вероятность образования дефектов при тепловой обработке.

Использование парного мяса дает существенные преимущества и с экономических позиций вследствие исключения потерь и энергозатрат на холодильную обработку.

Однако следует помнить, что работа с парным мясом требует оперативности (интервал времени от убоя животного до термообработки продуктов не должен превышать 3 час). В противном случае необходимо использование специальных приемов, направленных на торможение гликолиза и образование актомиозинового комплекса, а именно:

- быстрое замораживание обваленного измельченного или неизмельченного парного мяса;
- быстрая обвалка и измельчение парного мяса и посол с введением 2-4 % соли;
- шприцевание рассола в отруба сразу после разделки парных туш и др.

Парное мясо отличается нежной консистенцией, высокой перевариваемостью белков. Вкус и аромат слабо выражены вследствие малого количества предшественников вкуса и аромата. По этой причине парное мясо мало пригодно для изготовления натуральных полуфабрикатов.

Мясо на стадии посмертного окоченения характеризуется минимальными потребительскими и технологическими свойствами (см. рис. 7 на стр. 59) и по этим причинам не пригодно для переработки и употребления, и оно должно быть выдержано до разрешения посмертного окоченения (около 48 час при 0-4 °С - средней температуре охлаждения и хранения охлажденного мяса).

Разрешение окоченения сопровождается улучшением свойств автолизирующего мясного сырья. Оно становится пригодным для промышленной переработки. Однако кулинарные кондиции еще не достигли оптимальных значений и продолжают улучшаться в процессе созревания при хранении и переработке мяса.

Сроки *созревания* мяса зависят от его вида, части туши, упитанности животного, температуры хранения.

Как правило, в мясе с нормальным развитием автолиза его нежность и ВСС достигают оптимума через 5-7 суток хранения при 0-4 °С, вкус и аромат - к 10-14 суткам. В связи с этим продолжительность созревания мяса выбирают в зависимости от способа дальнейшего технологического использования сырья. При этом необходимо учитывать возможность микробической порчи охлажденного мяса в процессе его хранения.

5. Влияние различных факторов на скорость автолитических изменений мяса

Скорость автолитических процессов зависит от особенностей животного организма и окружающих условий.

Влияние вида, возраста, упитанности, анатомического участка, состояния животного перед убоем.

В говядине полное развитие окоченения наступает через 18-24 час при температуре 0-4 °С. В свинине посмертное окоченение происходит быстрее - через 16-18 час автолиза вследствие замедленного теплоотвода за счет наличия слоя шпига; в мясе кур - через 5 час, индеек - через 8 час.

Различиями в концентрации и активности мышечных ферментов объясняется более быстрое развитие окоченения в мясе молодых животных, чем в старых.

Посмертное окоченение происходит интенсивнее в отрубях, несущих активную прижизненную мышечную нагрузку и имеющих больше мышечных ферментов (скелетные мышцы конечностей и др.).

В мышцах упитанных, отдохнувших животных максимум развития окоченения наступает позже, чем у больных, уставших, по причине более высокого содержания гликогена в мышечной ткани.

Важнейшим внешним фактором, определяющим скорость биохимических процессов, является температура окружающей среды: в мышцах животных при температуре 15-18 °С максимум окоченения наступает через 10-12 час, а при 0-4 °С - через 18-24 час.

Резко тормозится развитие окоченения при введении в парное мясо поваренной соли, ингибирующей АТФазную активность миозина и образование актомиозинового комплекса.

Быстрое замораживание парного мяса также тормозит скорость ферментативных автолитических процессов.

Эти технологические приемы дают возможность устранить или свести к минимуму последствия посмертного окоченения, т.е. стабилизировать свойства парного мяса.

Повышение скорости автолиза мяса можно достигнуть электростимуляцией парных туш, в результате чего ускоряются реакции гликолиза, сокращается длительность выдержки сырья на созревании.

6. Понятие о мясе с нетрадиционным характером автолиза

При производстве мяса приходится сталкиваться с сырьем, в котором характер автолитических процессов (закономерности изменения свойств мяса при автолизе) существенно отличается от *нормального* развития автолиза (рассмотрено выше). В отдельных регионах количество такого сырья составляет более 50 % от общего количества перерабатываемых животных. Такое мясо называют мясом с нетрадиционным характером автолиза.

На основании имеющихся научных данных в настоящее время считается, что основной причиной появления мяса с отклонениями в свойствах является промышленная технология выращивания животных. Ее основные признаки: гиподинамия, интенсивный откорм, селекция на скороспелость и мясность. В этих условиях формируется повышенная подверженность животных к стрессовым воздействиям, в результате чего нарушаются биохимические процессы автолиза.

Мясо с отклонениями в ходе автолиза отличается от нормального по органолептическим (цвет, консистенция) и технологическим свойствам (рН, ВСС и др.), с учетом которых различают группы двух видов:

PSE	DFD
P - Pale (бледное)	D - Dark (темное)
S - Soft (мягкое)	F - Firm (твердое)
E - Exudative (водянистое)	D - Dry (сухое)

Мясо с признаками DFD имеет через 24 час после убоя величину рН выше 6,3, темную окраску, грубую структуру волокон, обладает высокой ВСС, повышенной липкостью и обычно бывает характерным для молодняка КРС, подвергавшегося различным видам длительного стресса до убоя. Вследствие прижизненного распада гликогена количество образовавшейся после убоя молочной кислоты в мясе таких животных невелико, миофибриллярные белки имеют хорошую растворимость и ВСС.

Высокие значения рН снижают микробиологическую стабильность DFD мяса и ограничивают сроки его хранения в охлажденном виде.

Экссудативное PSE мясо характеризуется светлой окраской, мягкой рыхлой консистенцией, низкой ВСС, кислым привкусом.

Признаки PSE чаще всего имеет свинина, полученная от убоя животных с интенсивным откормом и ограниченной подвижностью при содержании. Появление мяса PSE - качества может быть обусловлено также генетическими последствиями, воздействием кратковременных стрессов перед убоем животных.

После убоя в мышечной ткани происходит интенсивный распад гликогена, посмертное окоченение наступает быстрее. В течение часа величина рН мяса понижается до 5,3-5,5. Температура сырья в это время сохраняется на высоком уровне. В итоге происходит денатурация саркоплазматических белков и их взаимодействие с миофибриллярными белками, что приводит к снижению ВСС мяса. Мясо PSE более устойчиво при хранении, чем DFD, но отличается более высокой усушкой при холодильной обработке.

Существенные различия в свойствах мяса с разным характером автолиза определяют целесообразность его сортировки. Сортировку сырья удобно вести по величине рН, измеряемой через 1-2 часа после убоя.

Применение электростимуляции туш определяет три группы качества: 1) рН₁ 5,3-5,5 PSE; 2) рН₁ 5,6-6,2 NOR; 3) рН₁ больше 6,2 DFD.

Сортировка сырья по характеру автолиза способствует рациональному использованию мяса при его переработке в мясные продукты.

Контрольные вопросы

1. Промышленное понятие о мясе.
2. Тканевый и химический состав мяса.
3. Пищевая и биологическая ценность.
4. Органолептические и технологические показатели качества. Факторы, определяющие качество мяса.
5. Роль мяса в питании человека.
6. Понятие об автолизе.
7. Что такое автолитические превращения мышечной ткани?
8. Стадии автолиза. Изменения в углеводной и белковой системах мяса при автолизе.
9. Факторы, влияющие на интенсивность автолитических превращений. Изменение органолептических и технологических свойств мяса в ходе автолиза.
10. Современные представления в ходе автолитических изменений в мясе различных групп качества (NOR, PSE, DFD).
11. Опишите изменения состояния белков и превращения нуклеотидов в период автолиза.
12. Дайте характеристику активности тканевых ферментов в процессе послеубойного хранения мяса.

Тема 2.6 Изменение мяса при холодильной обработке

Тема: Изменение свойств мяса при холодильной обработке

1. Способы холодильной обработки мяса.
2. Изменения мяса при охлаждении и хранении в охлажденном виде.
3. Изменения мяса в процессе замораживания и хранения в замороженном виде.

1. Способы холодильной обработки мяса

В промышленной практике мясокомбинатов используют следующие способы холодильной обработки:

- охлаждение и хранение охлажденного мяса и мясопродуктов при температурах выше криоскопических, но близких к ним;
- замораживание и хранение замороженного мяса и мясопродуктов при температурах значительно ниже криоскопических;
- размораживание мяса с повышением температуры в толще бедренной части полутуши не ниже 1 °С в регламентированных условиях.

Охлаждение - теплофизический процесс отнятия животного тепла, понижение температуры мяса до нижней границы, в пределах которой вода находится в жидком состоянии, то есть в доступной для микроорганизмов форме (имеется в виду снижение температуры мяса от 36-37 °С до 0-4 °С в толще бедренной части полутуш).

Цель охлаждения - **торможение** развития микроорганизмов за счет снижения температуры мяса и создания на его поверхности корочки подсыхания, которая затрудняет развитие микробов на поверхности и их проникновение в толщу мяса.

Наиболее широко в промышленной практике используется *воздушное* охлаждение мяса при близкриоскопических температурах (0-4 °С). Длительность воздушного охлаждения можно снизить за счет снижения температуры воздуха и увеличения скорости его движения (до 3-4 м/сек). В зависимости от параметров охлаждения различают одностадийный медленный, ускоренный и быстрый способы, а также двухстадийный быстрый и сверхбыстрый способы воздушного охлаждения. При этом длительность охлаждения говяжьей полутуши может варьировать от 26-28 до 12-16 час. Хранят охлажденное мясо при температуре 0-4 °С не более 12-16 суток.

Замораживание - теплофизический процесс превращения в лед содержащейся в мясе влаги в результате отвода тепла при температуре ниже криоскопической. Замороженным считается мясо, температура которого в толще бедренной части не выше минус 8 °С.

Цель замораживания - **предотвращение** микробиальной порчи мяса и подготовка его к длительному низкотемпературному хранению.

При определении условий замораживания исходят из задач не только предотвращения размножения микроорганизмов, но и предупреждения существенных изменений свойств продуктов вследствие физических, физико-химических и биохимических процессов.

Замораживание и хранение мяса в замороженном состоянии осуществляется в интервале температур от минус 12 до минус 40 °С. Верхний температурный предел обусловлен невозможностью развития микроорганизмов при температуре минус 12 °С и ниже. Нижний температурный предел определяется технической возможностью и экономической целесообразностью получения низких температур в мясной промышленности.

Наиболее часто применяется воздушное замораживание туш и полутуш.

Более перспективным является блочное замораживание бескостного мяса в скороморозильных аппаратах с использованием жидких теплоотводящих сред, что обеспечивает интенсивный теплоотвод и снижение длительности замораживания.

Сроки хранения замороженного мяса зависят от его вида и условий хранения (табл. 11).

Таблица 11

Вид мяса	Температура воздуха в камере, °С	Предельные сроки хранения, мес., не более
Говядина в полутушах	-12	8
	-18	12
	-20	14
	-25	18
Свинина в полутушах	-12	3
	-18	6
	-20	7
	-25	12

2. Изменения мяса при охлаждении и хранении в охлажденном виде

При охлаждении и хранении в охлажденном состоянии в мясе могут протекать с достаточной интенсивностью микробиологические, биохимические и физико-химические процессы. В результате качество охлажденного мяса и величина его потерь при охлаждении и хранении формируются под влиянием этих взаимосвязанных процессов.

Микробиологические процессы. Понижение температуры мяса до близкриоскопической ($t_{кр} = \text{минус } 1,2 \text{ } ^\circ\text{C}$) приводит к торможению процессов жизнедеятельности микроорганизмов, к нарушению обменных процессов в микробной клетке. В результате этого размножение термофильных микроорганизмов приостанавливается, мезофильных замедляется. Психрофильные микроорганизмы продолжают развиваться с меньшей активностью. Наиболее устойчивы к действию низких положительных температур психрофильные аэробы (*Pseudomonas*). Таким образом, охлаждение мяса до температур ($0-4 \text{ } ^\circ\text{C}$), близких к точке замерзания тканевой жидкости, не исключает возможности микробиальной порчи мяса. Глубина и интенсивность этих изменений зависят от свойств мясного сырья и условий хранения. Образование слизи на поверхности мяса при $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ наблюдается через 20-30 суток хранения, а при $16 \text{ } ^\circ\text{C}$ - на вторые сутки хранения.

Как бы правильно не осуществлялись процессы охлаждения мяса и последующего его хранения в охлажденном состоянии, наступает момент, когда сырье становится непригодным в пищу из-за микробиальной порчи (гниения), поэтому сроки хранения охлажденного мяса ограничиваются его микробиальной порчей.

В этой связи важной практической задачей является увеличение сроков

хранения мяса в охлажденном состоянии. Для этого пригодны меры, направленные на подавление развития микроорганизмов:

- снижение первоначальной микробной обсемененности сырья;
- быстрое охлаждение мяса;
- стабильность параметров при хранении мяса во избежание увлажнения поверхности мяса;
- сортировка мяса по характеру автолиза и контроль за сроками хранения PSE и DFD мяса;
- регулярная санитарная обработка камер охлаждения и хранения мяса;
- использование пленкообразующих покрытий, парогазонепроницаемых упаковочных материалов;
- хранение упакованного мяса в регулируемой газовой среде;
- озонирование и ультрафиолетовое облучение холодильных камер и др.

Биохимические изменения. При охлаждении и хранении мяса продолжают автолитические ферментативные процессы, начавшиеся сразу после убоя животного. Интенсивность и глубина автолитических изменений мяса зависят от условий охлаждения и длительности хранения мяса.

Установлено, что темп охлаждения мяса определяет не только интенсивность автолитических изменений сырья, но и влияет на характер автолиза белковых систем. При быстром охлаждении говядины, баранины, мяса птицы наблюдается явление *холодового сокращения* мышц, сопровождающееся нарастанием жесткости мяса, мало устраняемой при последующем созревании в процессе хранения мяса. Изменяется состояние миофибрилл, ускоряется распад АТФ, образование актомиозинового комплекса, идет сокращение мышечных волокон, изменяется консистенция мяса. Отмечено, что если при охлаждении говядины температура мяса снижается до 10-11 °С быстрее, чем величина рН изменяется до 6,2, то наступает холодовое сокращение мышц. Для свинины подобное явление не наблюдается, так как темп охлаждения ниже за счет наличия слоя шпига, что снижает теплоотдачу от сырья к воздуху.

Для предупреждения холодового сокращения необходимо снизить запасы гликогена и АТФ до охлаждения. Наиболее рациональным приемом может служить электростимуляция туш в убойном цехе.

При низком темпе охлаждения (медленное охлаждения) возможно появление такого вида порчи мяса как *загар*. Под загаром понимают процесс, происходящий под влиянием тканевых ферментов, который следует рассматривать как атипично протекающий автолиз. Загар возникает при охлаждении мяса в условиях медленного теплоотвода, обусловленного перегрузкой камер, повышенной температурой охлаждающего воздуха и его недостаточной циркуляцией. Особенно велика вероятность загара для туш с хорошо развитой жировой тканью, тормозящей теплообменные процессы и газообмен с окружающей средой. Непосредственной причиной загара является быстрое накопление кислых продуктов анаэробного гликолиза, обусловленное высокой активностью тканевых ферментов.

Признаки загара сходны с признаками гнилостного разложения. Мясо в

глубоких слоях приобретает неприятный кисло-тухлый запах, непомерно мягкую консистенцию, медно-красную или желто-коричневую окраску; реакция среды - кислая.

Пригодность мяса с загаром для переработки зависит от степени его развития. Для определения пригодности мяса с загаром его нарезают на полоски и проветривают в холодильной камере. Если через 24 часа выдержки неприятный запах не исчезает, мясо не годно для переработки и потребления.

При слабовыраженном загаре мясо используют для изготовления вареных и ливерных колбас.

Химические изменения за счет взаимодействия с кислородом воздуха. В процессе охлаждения начинаются и при хранении проявляются последствия взаимодействия пигмента мяса с кислородом воздуха:



При увеличении количества метмиоглобина до 70 % от общего количества пигментов в мясе его окраска становится серо-коричневой.

Начинаются процессы окисления липидов, но они не заходят глубоко вследствие ограниченных сроков хранения охлажденного мяса.

Физические изменения, вызываемые тепло- и массообменом с окружающей средой. Вследствие этих изменений в процессе охлаждения и хранения происходит снижение массы мяса за счет испарения влаги с поверхности в окружающую среду, формируется так называемая *усушка*. Величина усушки зависит от свойств сырья (вида мяса, категории упитанности, массы, площади поверхности) и условий охлаждения и хранения (способ охлаждения, температура и скорость движения воздуха). В среднем при охлаждении величина усушки составляет около 1-2 % от массы мяса, поступающего на охлаждение.

Борьба с усушкой - резерв снижения потерь мясного сырья. Пути снижения усушки мяса при охлаждении и хранении мяса:

- снижение длительности охлаждения мяса;
- повышение относительной влажности воздуха на начальном этапе охлаждения до 95-98 % с последующим снижением до 90-92% для образования корочки подсыхания;
- использование парогазонепроницаемых упаковочных материалов для упаковки мяса (снижает усушку в несколько раз);
- использование пищевых самоформирующихся покрытий (снижает усушку на 20 %).

3. Изменения мяса при замораживании и хранении в замороженном виде

При замораживании мяса в нем происходят физические, гистологические, коллоидно-химические, биохимические и биологические изменения, имеющие важное значение для его качества.

Из всех процессов, протекающих при замораживании мяса кардинальным, определяющим все другие изменения, является процесс кристаллообразования - вымерзания влаги в мясе.

Кристаллообразование. При достижении криоскопической температуры ($t_{кр} =$ минус 0,6-1,2 °С для мясного сырья) начинается вымерзание воды тканевой жидкости. В результате в жидкой фазе растет концентрация растворенных веществ, что приводит к снижению криоскопической температуры.

Основная масса влаги в мясе (около 80 %) вымерзает в интервале температур минус 2-8 °С. Но даже при минус 30 °С в мясе остается часть незамерзшей влаги (8-12 %).

Количество вымерзшей влаги зависит от условий замораживания, общего содержания влаги в продукте, форм и прочности связи влаги с материалом, концентрации растворенных веществ.

Образование кристаллов при замораживании происходит в такой последовательности:

- переохлаждение сырья (снижение активности теплового движения частиц);
- образование зародышей кристаллов - I фаза кристаллообразования;
- выделение скрытой теплоты кристаллизации, повышение температуры, приостановление образования новых зародышей;
- рост образовавшихся кристаллов - II фаза кристаллообразования.

Образование новых центров кристаллообразования зависит от скорости теплоотвода от замораживаемого продукта в окружающую среду. Размер и распределение кристаллов льда в мясе зависят от условий замораживания, его свойств.

Образование кристаллов льда начинается в первую очередь в межклеточном пространстве вследствие более низкой концентрации растворимых веществ и сопровождается миграцией влаги из клеток. При *медленном* замораживании (скорость замораживания менее 0,5 см/час) образуются *крупные* кристаллы вне клеток и изменяется первоначальное соотношение объемов межклеточного и внутриклеточного пространства в результате диффузии влаги и фазового перехода воды. *Быстрое* замораживание (скорость замораживания 1-2 см/час и более) предотвращает значительное перераспределение влаги, что способствует образованию *мелких*, равномерно распределенных кристаллов.

Принимая во внимание, что максимальное кристаллообразование происходит в диапазоне от минус 2 до минус 8 °С, перераспределение воды и образование крупных кристаллов можно предотвратить при быстром понижении температуры в этом интервале.

Образование кристаллов льда независимо от их размеров всегда сопровож-

дается переносом влаги, который вызывается разностью осмотических давлений вблизи поверхности кристалла и на некотором удалении от него. Эта разность возникает в результате повышения концентрации тканевой жидкости вблизи поверхности кристалла в связи с переходом части влаги в кристаллическое состояние. При этом, чем больше размеры продукта, тем медленнее теплоотвод, тем значительнее перенос влаги. Перемещение влаги в свою очередь влияет на состояние белков.

Влияние замораживания на микроорганизмы. Кристаллизация влаги является одной из причин гибели микроорганизмов при замораживании. Замораживание не обеспечивает стерильности продукта, так как некоторые микроорганизмы приспособляются к низкой температуре, переходя в состояние анабиоза.

При замораживании и последующем хранении происходит отмирание 90-99 % микробных клеток. Так, число микробов на поверхности мяса, хранившегося при минус 18 °С, через 3 месяца уменьшилось на 50 %, через 6 месяцев - на 80 %, а через 9 месяцев их осталось 1-2 % от начального количества. В оставшейся микрофлоре преобладают психрофильные бактерии и плесени. Приостановка жизнедеятельности и отмирание микроорганизмов происходит по двум взаимосвязанным причинам: 1) нарушение обмена веществ и 2) повреждения структуры клеток.

При температуре минус 10 минус 12 °С микроорганизмы не способны развиваться, что обеспечивает длительную сохранность замороженного мяса.

Изменение структуры тканей (гистологические изменения). Кристаллообразование сопровождается разрушением морфологической структуры тканей. Наибольшие структурные изменения имеют место при медленном замораживании вследствие образования крупных кристаллов льда, которые расширяют межклеточное пространство, разрушают соединительнотканые прослойки острыми гранями, мышечные волокна деформируются, а иногда разрушаются, что приводит к потерям мясного сока при размораживании мяса. Теряется не только влага, но и питательные вещества.

Для сохранения морфологической структуры тканей мяса при замораживании и снижения величины возможных потерь при размораживании сырья целесообразно использовать способы и режимы замораживания, обеспечивающие интенсивный теплоотвод. При этом очень важно правильно выбрать температуру хранения мяса и обеспечить ее стабильность. Иначе возможна перекристаллизация - изменение структуры льда в процессе хранения, укрупнение кристаллов со всеми вытекающими последствиями.

Изменение состояния белков. Увеличение концентрации тканевого сока при замораживании обуславливает денатурацию и коагуляцию мышечных белков. В большей степени этим изменениям подвергаются миофибрилярные белки, в первую очередь, миозин.

При замораживании возможно механическое разрушение белковых цепочек за счет напряжений, возникающих в тканях при образовании и росте кристаллов и превышающих энергию ковалентной связи.

Денатурационные и агрегационные превращения белков при замораживании и хранении мяса приводят к понижению их растворимости, изменению за-

ряда и массы белковых фракций. Указанные превращения белков влияют на их гидратацию, ВСС мяса, его консистенцию и сочность и могут отразиться на устойчивости белков к действию пищеварительных ферментов.

Степень снижения гидрофильности белков зависит:

- от скорости замораживания мяса;
- глубины автолиза мяса перед замораживанием;
- условий и длительности хранения мяса.

В максимальной степени нативные свойства белков мяса сохраняются при быстром замораживании парного мяса.

Автолитические процессы при замораживании и последующем хранении мяса продолжают с меньшей скоростью, так как деятельность ферментов резко замедляется, но не приостанавливается даже при очень низких температурах.

Чем быстрее производится замораживание мяса, тем на более ранней стадии тормозятся автолитические процессы, при этом, надо учитывать размеры продукта. На периферии может быть торможение автолиза, а в глубинных слоях процессы идут с достаточной скоростью, так как теплоотвод из глубинных слоев даже при быстром замораживании замедлен.

Признаки глубокого гидролиза белков обнаруживаются в процессе хранения мяса при минус 18 °С, о чем свидетельствует возрастание количества аминокислотного азота в тканях.

При замораживании и хранении мяса не приостанавливается гидролитический распад жира, однако резко тормозится с понижением температуры хранения. Так, кислотное число свиного шпига, хранившегося 12 месяцев при минус 18 °С выросло на 0,2, а при минус 8 °С - на 1,6.

Резкое торможение автолитических процессов обеспечивается при быстром замораживании сырья, имеющего небольшие размеры; это имеет первостепенное значение при холодильном консервировании эндокринно-ферментного сырья.

Массообменные и химические взаимодействия с окружающей средой. Разница парциальных давлений водяных паров над поверхностью продукта и в окружающей среде приводит к испарению влаги (сублимации льда) из поверхностных слоев. Это сопровождается потерей массы (усушкой) и снижением качества мяса. Величина *усушки* мяса зависит от его свойств и условий замораживания и хранения.

Пути снижения усушки при замораживании и хранении замороженного мяса:

- повышение скорости замораживания мяса;
- использование паронепроницаемых упаковочных материалов, плотно прилегающих к продукту;
- замораживание упакованного мяса в блоках (усушка не более 0,1 %);
- использование ледяных экранов при штабелировании мясных полутоуш для длительного хранения.

Химическое взаимодействие компонентов мяса с кислородом воздуха при-

водит к существенным изменениям качества мяса. Глубина этих изменений в значительной степени определяется условиями и длительностью хранения мяса.

Окисление миоглобина кислородом, а также увеличение концентрации пигментов в поверхностном слое вследствие его пересыхания сопровождаются потемнением поверхности полутуш и появлением серо-коричневой *окраски*, характерной для метмиоглобина.

Изменение *запаха* и *вкуса* мяса в процессе хранения обусловлены главным образом, окислительными изменениями липидов. Образующийся на поверхности мяса губчатый обезвоженный слой способствует увеличению степени контакта мяса с кислородом воздуха. В ходе окислительных реакций образуются первичные и вторичные продукты окисления жиров, что отрицательно сказывается на органолептических показателях, его биологической ценности. При длительном хранении мяса возможно образование токсичных продуктов окисления жиров. В связи с этим изменения жировой ткани мяса под действием кислорода воздуха играют решающую роль для сроков хранения мяса. Так как интенсивность этих изменений определяется температурой и видом жира, допустимая продолжительность хранения мороженого мяса также зависит от этих факторов (см. табл. 11 на стр. 67).

Продолжительность хранения замороженного мяса ограничивается окислительными изменениями липидов под действием кислорода воздуха.

Снизить степень этих нежелательных изменений можно путем понижения температуры хранения мороженого мяса, применения вакуум-упаковки, использования упаковочных материалов с низкой газопроницаемостью.

Учитывая рассмотренный выше материал можно заключить следующее. При замораживании и последующем хранении *потери* мясного сырья формируются:

- за счет разрушения морфологических элементов тканей кристаллами льда и оттеkania мясного сока при замораживании;
- снижения степени гидратации белков и, как следствие, снижения ВСС мяса и увеличения потерь мясного сока при размораживании мяса;
- усушки мяса вследствие испарения влаги и сублимации льда с поверхности мяса.

Снижение *качества* мяса при замораживании и последующем хранении происходит:

- за счет потерь питательных веществ (белков, витаминов и др.) вследствие оттеkania мясного сока при размораживании;
- ухудшения органолептических показателей качества (цвет, запах, вкус) вследствие окисления пигментов, липидов мяса;
- снижения перевариваемости белков пищеварительными ферментами вследствие агрегирования белков, образования липопротеидных комплексов;
- образования токсичных соединений при глубоком окислении липидов мяса.

Необходимо отметить, что в итоге качество мяса и величина потерь определяются исходными свойствами сырья, условиями замораживания и хранения его в замороженном виде, условиями размораживания. Это все звенья одной цепи.

Для снижения негативных последствий замораживания и длительного хранения мяса целесообразно:

- применять способы замораживания, обеспечивающие интенсивный теплоотвод (быстрое замораживание);
- замораживать мясо в блоках (толщина блока 10-15 см);
- использовать для упаковки мяса паронепроницаемые термоусадочные упаковочные материалы;
- снижать температуру хранения мяса (до минус 25-35 °С);
- направлять на замораживание парное сырье или охлажденное на начальной стадии созревания.

Контрольные вопросы

1. Какие характерные изменения происходят в мясе при замораживании?
2. Как влияет температура замораживания на процесс кристаллообразования?
3. Что происходит при замораживании парного и охлажденного мяса?
4. Какие биохимические изменения происходят при замораживании мяса?
5. Как влияет замораживание на ферментативные процессы в животных тканях?
6. Охарактеризуйте изменения белков саркоплазмы и миофибрилл при замораживании.
7. Как изменяется водоудерживающая способность белков мяса при замораживании?
8. Что происходит с микрофлорой мяса при замораживании?
9. Как влияет температура замораживания на различные виды микроорганизмов?
10. Какие факторы губительно действуют на микроорганизмы при замораживании?
11. Что происходит со структурой тканей мяса при замораживании?
12. Из каких этапов складывается процесс замораживания?
13. Дайте характеристику процессу размораживания мяса.
14. Охарактеризуйте влияние условий размораживания на свойства мяса.

Тема 2.7 Изменение мяса в процессе посола и при копчении

Тема: Изменение свойств мясного сырья при посоле.

Биохимические основы посола

1. Общая характеристика посола.
2. Массообменные процессы при посоле.

3. Изменение водосвязывающей способности мяса при посоле.
4. Изменение окраски мяса при посоле.
5. Микробиальные и автолитические процессы при посоле

1. Общая характеристика посола

Посол в мясной промышленности используют как способ консервирования сырья (шкур, кишок, реже мяса), а также как способ обработки мяса, который в сочетании с другими: варкой, копчением, сушкой, - применяют для изготовления мясных продуктов (колбас, копченостей).

Под посолом понимают обработку сырья поваренной солью (часто в сочетании с веществами, улучшающими результат) и выдержку его в течение времени, достаточного для равномерного распределения соли и завершения процессов, в результате которых продукт приобретает необходимые свойства.

Различают сухой посол - нанесение посолочной смеси на поверхность сырья; мокрый - погружение сырья в рассол; смешанный - сочетание сухого и мокрого.

Сухой посол широко применяют при консервировании шкур, кишок, при производстве мясных продуктов из жирного сырья (шпиг соленый и др.), при изготовлении сыровяленых и сырокопченых колбас. *Мокрый посол* используют при консервировании шкур, производстве соленых мясопродуктов (копченостей). *Смешанный посол* нашел применение в технологии соленых мясопродуктов, при посоле шкур.

При всех способах посола диффузионный обмен протекает примерно одинаково. В то же время в зависимости от цели посола и особенностей вырабатываемого продукта существуют различия. Целью посола шкур и кишок является консервирование сырья. В ходе посола происходит накопление в тканях посолочных веществ, обезвоживание, удаление балластных веществ. При изготовлении мясопродуктов с применением посола помимо диффузионного обмена происходит изменение структуры и консистенции мяса, развивается характерная окраска, формируются специфические вкус и аромат, технологические свойства мяса. Глубина этих изменений зависит от длительности выдержки мяса в посоле.

При *кратковременном* посоле (24-48 час при 0 °С), применяемом при выработке вареных колбасных изделий, цель посола определяется необходимостью придания фаршу нужных технологических свойств. При этом первостепенное значение имеют водосвязывающая способность и липкость фарша, которые зависят, главным образом, от состояния мышечных белков.

При *длительной выдержке* мяса в посоле (от нескольких суток до нескольких недель), характерного для выработки соленых изделий, сырокопченых и сыровяленых колбас, цель посола дополняется необходимостью формирования специфических органолептических признаков продукта - консистенции, аромата, вкуса - за счет развития при посоле биохимических процессов автолитического и микробиального характера. Независимо от цели посола и характера внутренних изменений соль сохраняет роль фактора, влияющего на вкус продукта.

К посолочным веществам, традиционно используемым при посоле мяса, относятся поваренная соль, нитрит натрия, сахар, аскорбиновая кислота или ее натриевая соль (аскорбинат натрия).

Обязательным и важнейшим посолочным компонентом является поваренная соль. Роль хлорида натрия при посоле мяса многопланова. Количество добавляемой в мясо соли зависит от вида готового продукта и колеблется от 2 до 3,5 % к массе сырья. При производстве колбасных изделий соль вносится в измельченное мясо, как правило, в сухом виде. При изготовлении соленых продуктов чаще всего в виде рассолов.

2. Массообменные процессы при посоле

При любом способе посола массообмен между посолочными веществами и растворимыми составными частями продукта происходит в системе «рассол-мясо». При сухом посоле вначале вследствие гигроскопичности соли и за счет влаги сырья образуется рассол.

В момент соприкосновения соли с поверхностью сырья между ними возникает обменная диффузия, которая приводит к перераспределению посолочных веществ, воды и растворимых компонентов продукта. Ионы натрия и хлора, нитрита проникают в продукт, а растворимые компоненты выводятся во внешнюю среду; вода в зависимости от концентрации рассола либо выводится в рассол, либо поглощается из рассола продуктом.

В системе «рассол-ткань» при классических методах посола (без применения дополнительных воздействий) посолочные вещества перемещаются диффузионно-осмотическим путем. Обменная диффузия при посоле описывается вторым законом диффузии Фика.

Решение задачи *быстрого и равномерного проникновения и распределения посолочных веществ* зависит от многих факторов.

Движущей силой процесса посола является разность концентраций соли в системе «рассол-продукт». Скорость накопления посолочных веществ в продукте существенно снижается вследствие уменьшения разности концентраций соли в системе. Все факторы, воздействие которых приводит к повышению концентрации соли на поверхности продукта, вызывают ускорение процесса посола. Так одной из причин, ускоряющих массообмен при посоле, является применение различных механических и физических воздействий на систему «мясо-рассол», что способствует уменьшению толщины диффузионного пограничного слоя, имеющего более низкую концентрацию соли.

Дополнительное ускорение посола можно получить при использовании явления термодиффузии. Правда, увеличение температуры рассола грозит опасностью развития нежелательных микробиальных процессов.

Процесс распределения посолочных веществ зависит от свойств сырья: тканевого состава, размера, проницаемости тканей. Так, проницаемость мышечной, соединительной и жировой тканей составляет примерно 8:3:1. Проницаемость тканей можно увеличить за счет разрыхления их структуры (при замораживании, созревании и т. д.). Уменьшение толщины сырья ведет к суще-

ственному сокращению длительности посола. В этой связи мясо перед посолом подвергают измельчению (посол мяса для изготовления колбас), инъецируют сырье рассолом с образованием начальных зон его накопления (при посоле сырья для изготовления штучных соленых продуктов).

Таким образом, для интенсификации процесса накопления посолочных веществ диффузионным путем можно использовать ряд факторов: предварительное разрыхление сырья (механическое воздействие, ферментирование, электростимуляция и т. п.), многоигольчатое шприцевание рассола, уменьшение определяющего размера частей мяса.

Проведение посола в условиях активных физических (механических) воздействий - массажи, тумблирования, вибрации, электромассажи - позволяет значительно ускорить массообменные процессы, так как переменное механическое воздействие вызывает наряду с диффузионным обменом интенсивное механическое перемещение рассола (и посолочных веществ), направленное к равномерному распределению их по объему продукта. Процесс распределения посолочных веществ в условиях механических воздействий в первом приближении подчиняется закону фильтрации и пьезопроводности. Движущей силой процесса служит возникающий при механическом воздействии градиент давления, обеспечивающий интенсивный фильтрационный перенос рассола в тканях. При этом процесс посола можно характеризовать как диффузионно-фильтрационно-осмотический. Скорость посола при этом будет зависеть от режимов механической обработки сырья. Одним из наиболее широко используемых вариантов интенсивного посола мяса при производстве соленых продуктов стал способ шприцевания сырья с последующей механической обработкой в массажерах, обеспечивающей равномерное распределение посолочных веществ по объему крупнокускового сырья в течение 24 час.

При посоле одновременно с перераспределением посолочных веществ перераспределяется вода, что приводит к изменению влагосодержания и ВСС соленого мяса. Эти изменения имеют важное технологическое значение, так как влияют на выход и на качество (сочность, консистенция и т. д.) готовых мясопродуктов.

При классическом мокром посоле сырья влагоперенос в системе «рассол-мясо» можно разделить на две фазы: в первой фазе протекает обезвоживание, во второй - оводнение тканей. Глубина и длительность фаз зависят от концентрации рассола и жидкостного коэффициента (при посоле мяса обычно это соотношение 1:1). При низких концентрациях рассола (плотность около 1100 кг/м³) фаза обезвоживания выражена слабо. При насыщенной концентрации (1206 кг/м³) происходит интенсивное обезвоживание. Только при очень длительном посоле наблюдается незначительное оводнение. При сухом посоле происходит только обезвоживание; образующийся при этом рассол частично участвует в соле-влагообмене, частично стекает.

Вместе с водой при посоле в рассол переходят белковые, экстрактивные и минеральные вещества. Эти потери зависят как от свойств сырья (категории упитанности, целостности тканей и т. д.), так и от условий посола (способа и длительности посола, концентрации и количества рассола и т. д.).

Переход воды и растворимых веществ во внешнюю среду оценивается различно в зависимости от вида сырья и цели посола. При консервировании шкур, кишок это имеет положительное значение, так как обезвоживание тканей обеспечивает консервирующий эффект посола. Вместе с этим в сырье уменьшается содержание веществ, способствующих развитию микроорганизмов. В процессе посола мяса потеря растворимых веществ и особенно белков, нежелательна. Уменьшению потерь растворимых веществ при мокром посоле мяса способствует низкий жидкостный коэффициент, высокая концентрация рассола, применение «старых» рассолов с высоким содержанием экстрактивных веществ. Наилучшим решением, исключающим потери при посоле неизмельченного мяса (для производства соленых штучных изделий), является отказ от классических методов мокрого, сухого и смешанного посола и переход на посол методами шприцевания с последующей выдержкой прошприцованного полуфабриката вне рассола или механической обработкой, ее заменяющей. Технология, основанная на применении шприцевания и механической обработки, является примером ресурсосберегающей безотходной технологии соленых мясных продуктов.

3. Изменение водосвязывающей способности мяса при посоле

Водосвязывающая способность мяса перед посолом определяется его морфологическим (тканевым) и химическим составом, исходными свойствами с учетом pH (PSE, DFD, NOR), степенью автолиза, видом холодильной обработки и т. д. В процессе посола мяса изменяются все формы связи воды с мясом: адсорбционная, осмотическая, капиллярная.

Наибольший интерес представляют изменения адсорбционной формы связи воды с белками как наиболее прочно связанной. Хлорид натрия, взаимодействуя с мышечными белками, повышает количество адсорбционно-связанной влаги в результате увеличения заряда белка. В период выдержки мяса в посоле белки адсорбируют преимущественно ион хлора. При полном насыщении белков ионами хлора изоэлектрическая точка смещается с 5,3-5,4 до 4,8. При этом растет интервал между pH изоэлектрической точки белков и фактической величиной pH мяса, что приводит к увеличению заряда белка и доли адсорбционно-связанной влаги. В результате повышается ВСС мяса, которая сохраняется на более высоком уровне и после тепловой обработки, что положительно влияет на выход мясных продуктов.

Наряду с этим хлорид натрия, накапливающийся в мясе в результате посола (2-3 % к массе мяса), способствует созданию концентрации тканевой жидкости, близкой к растворяющей миофибриллярные белки. Вследствие чего при посоле повышается растворимость белков актомиозиновой фракции, что положительно влияет на липкость колбасного фарша.

Воздействие соли на белки мышечного волокна становятся возможными после достижения контакта между ними. Отсюда возникает зависимость между степенью измельчения мяса перед посолом и временем достижения требуемого эффекта. Даже при степени измельчения мяса до 2-3 мм необходим промежуток времени для диффузии соли и взаимодействия ее ионов с белками, протекаю-

щего с небольшой скоростью. При температуре 0-4 °С, поддерживаемой в камерах посола мяса, для этого требуется не менее 12 час.

4. Изменение окраски мяса при посоле

Хлористый натрий ускоряет окислительные процессы, в ходе которых накапливаются различные производные гема - протетической части мышечного пигмента миоглобина. В связи с этим при посоле мышечная ткань теряет свою естественную окраску и приобретает серовато-коричневую с различными оттенками.

Денатурация миоглобина, происходящая при тепловой обработке соленых изделий, сопровождается отщеплением гема, окислением железа гема до трехвалентного с образованием парагематинов, обладающих серо-коричневой окраской. В связи с этим, даже если при посоле часть миоглобина оказалась не окисленной и естественная окраска мяса частично сохранилась, при последующей тепловой обработке мяса полностью исчезает его естественная окраска. В практике посола мясопродукты предохраняют от нежелательных изменений окраски обработкой их нитритом натрия. При этом в конечном счете образуется ярко-красный нитрозомиоглобин (НОМв) в результате взаимодействия пигмента миоглобина с окисью азота, источником которой является нитрит натрия.

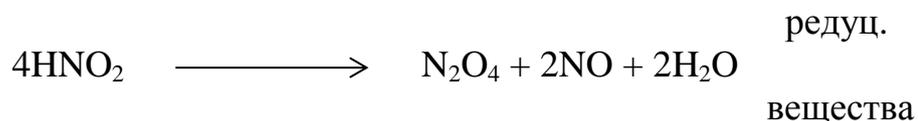
В этом соединении (НОМв) нитрозогруппа довольно прочно связана с железом гема, что обеспечивает сравнительную устойчивость окраски соленого мяса, которая в сыром продукте обусловлена присутствием нитрозомиоглобина, а в вареном - нитрозогемохромогена, также имеющего красный цвет.

Механизм формирования нитритной окраски мяса заключается в следующем.

Введенный в мясо нитрит натрия как соль слабой кислоты и сильного основания гидролизует в присутствии воды до азотистой кислоты.



В кислой среде, характерной для мяса, эта реакция сдвинута вправо. Азотистая кислота восстанавливается под действием редуцирующих веществ, содержащихся в мясе, и микроорганизмов до оксида азота.



Оксид азота вступает в реакцию с миоглобином с образованием красного нитрозомиоглобина.



Реакция взаимодействия оксида азота с миоглобином протекает во времени. Ее скорость зависит от температуры и рН среды (оптимум рН 5,2-5,7).

Таким образом, интенсивность окраски мясных продуктов зависит от со-

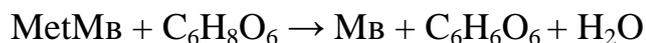
держания в них миоглобина и количества образующегося из нитрита оксида азота. Образующийся одновременно с оксидом азота четырехоксид азота является сильным окислителем и окисляет часть миоглобина до метмиоглобина. Из метпигментов нитрозопигменты (нитрозомиоглобин) могут образовываться только после их предварительного восстановления, поэтому эффективность стабилизации нитритной окраски мяса зависит от содержания в нем редуцирующих веществ.

Увеличение количества оксида азота за счет больших количеств нитрита натрия недопустимо, так как он физиологически вреден и ядовит. Минимально необходимое количество нитрита натрия составляет 5-7,5 мг% к массе мяса. Образование оксида азота из введенного в мясо нитрита можно ускорить, используя эффективные восстановители. Наиболее широкое применение нашли аскорбиновая кислота, ее соли и редуцирующие сахара.

Аскорбиновая кислота восстанавливает нитрит до оксида азота без образования четырехоксида азота.



Кроме того, аскорбиновая кислота ускоряет восстановление метмиоглобина в миоглобин, способствуя тем самым увеличению количества нитрозопигментов и, как следствие, интенсивности окраски продукта



Аскорбиновая кислота также предохраняет нитрозопигменты от окисления, обеспечивая повышение устойчивости окраски изделия.

При изготовлении мясопродуктов аскорбиновую кислоту вводят в виде 5 %-го раствора в количестве 0,05 % к массе сырья. Для получения аскорбината натрия кислоту подвергают предварительной нейтрализации раствором пищевой соды. Использование аскорбината натрия предупреждает снижение величины рН мяса.

Роль нитрита при посоле не ограничивается стабилизацией окраски. Кроме того, он участвует в процессах формирования аромата и вкуса «ветчинности» при длительном посоле мяса, оказывает антиокислительное действие на липиды, обладает ингибирующим эффектом на рост микроорганизмов (в том числе *Cl. Botulinum*) и токсигенных плесеней.

5. Микробные и автолитические процессы при посоле

Поваренная соль подавляет развитие большинства микроорганизмов, в том числе и гнилостных, что обусловлено высоким осмотическим давлением растворов соли, приводящим к обезвоживанию клеток микроорганизмов, а также влиянием хлористого натрия на ферментативную деятельность бактерий.

При больших концентрациях хлористый натрий способен задерживать микробную порчу мясных продуктов в течение длительного времени.

Наибольший консервирующий эффект достигается при сухом посоле (при консервировании шкур, кишок) и насыщенным раствором. Однако даже насыщенный раствор соли полностью не уничтожает микрофлору, поэтому с течением времени общее количество микроорганизмов, попавших в рассол с солью, сырьем и другим путем, увеличивается как в продуктах, так и в рассолах. Размножение солеустойчивых микроорганизмов, а также приспособляемость некоторых гнилостных бактерий к высокой концентрации рассола могут привести рассолы и соленые продукты к порче.

При посоле мяса для изготовления мясопродуктов применяют ненасыщенные растворы поваренной соли, консервирующее действие которых невелико. Консервирующий эффект усиливают за счет применения нитрита натрия при посоле, а также при сочетании посола с другими способами консервирования: охлаждением, копчением, сушкой. Температуру в камерах посола мяса поддерживают на уровне 0-4 °С.

Подавление жизнедеятельности гнилостных микроорганизмов при длительном посоле мяса происходит не только за счет действия хлористого натрия, но также в результате развития в рассоле и продукте микробов - антагонистов гнилостных бактерий, - которые могут попадать в рассолы с мясом.

С течением времени меняется количество микроорганизмов и их качественный состав. В рассоле возрастает доля многочисленных бактерий, наиболее устойчивых к условиям посола (низкая положительная температура, наличие соли, нитрита, сахара), например, *Lact. plantarum*, *Str. lactis*. Установлено, что после 30-ти суток посола мяса (при 0-4 °С) около 80-90 % микроорганизмов являются молочнокислыми бактериями. Однако подобное селективное развитие микрофлоры требует длительного времени (несколько недель). В качестве питательной среды молочнокислые бактерии используют сахар (вносится в рассол) и продукты промежуточного распада углеводов мяса с образованием карбоновых кислот: уксусной, муравьиной, молочной и др.

Снижение величины рН за счет накопления кислот приводит к подавлению жизнедеятельности и отмиранию гнилостной микрофлоры, приближает реакцию среды к оптимальной для развития нитритной окраски.

Наличие в рассолах денитрифицирующих микробов (обеспечивающих восстановление нитрита) также способствует формированию окраски в процессе посола мяса.

С жизнедеятельностью молочнокислых бактерий и денитрифицирующих микроорганизмов связано накопление в соленых продуктах соединений, участвующих в формировании специфического аромата и вкуса «ветчинности»: органических кислот, карбонильных соединений, аминокислот и др.

Таким образом, следует отметить, что при длительном посоле мяса так называемая полезная микрофлора играет активную роль в следующих важных технологических аспектах, а именно:

- подавляет жизнедеятельность патогенной микрофлоры;
- участвует в стабилизации нитритной окраски мяса;
- влияет на формирование аромата и вкуса «ветчинности» изделий.

Появление в продукте в процессе длительного посола ветчинных свойств

обусловлено действием не только ферментов, продуцируемых микроорганизмами, а также непрекращающимся действием тканевых ферментов (катепсинов) в процессе созревания мяса при посоле.

Под действием тканевых и микробиальных ферментов происходит гидролиз белков, липидов. В результате накапливаются предшественники вкуса и аромата, изменяется консистенция мяса.

Характерные свойства ветчинные изделия приобретают в течение достаточно длительной выдержки сырья в посоле (примерно через 10-14 суток), четко выраженными свойствами становятся к 21-м суткам. Ускорению процесса способствует целенаправленное использование стартовых культур микроорганизмов.

Тема: Изменения мясопродуктов при копчении. Биохимические изменения свойств мяса при копчении

1. Цель и способы копчения.
2. Состав и свойства коптильного дыма.
3. Основные процессы, происходящие при копчении мясопродуктов, и их значение.
4. Понятие о бездымном копчении.

1. Цель и способы копчения

Копчение - это обработка мясопродуктов коптильным дымом с целью придания специфических органолептических свойств и удлинения сроков хранения.

Мясные продукты обрабатывают как горячим дымом (обжарка, горячее копчение, запекание в дыму), так и холодным дымом (холодное копчение).

Обжарка - кратковременная обработка продукта дымовоздушной смесью при температуре 90-110 °С до достижения в толще продукта температуры 45-50°С. Обжарке подвергают вареные колбасы, сосиски, сардельки, полукопченые колбасы перед их варкой.

Горячее копчение проводится при температуре 35-50 °С в течение 12-48 час. Горячее копчение применяют при изготовлении полукопченых, варено-копченых колбас и копченостей.

Запекание в дыму при температуре 70-120 °С используют при изготовлении копчено-запеченных изделий из мяса.

Холодному копчению при 18-22 °С подвергают сырокопченые колбасы (до 3-х суток) и сырокопченые копчености.

2. Состав и свойства коптильного дыма

Коптильный дым - это сложная дисперсионная система типа аэрозоля. Дисперсионной средой является парогазовая смесь, состоящая из воздуха, газообразных продуктов горения, паров коптильных веществ и водяных паров. Дисперсная фаза представлена частицами жидких и твердых веществ - продуктов неполного сгорания древесины. Основная масса коптильных веществ со-

средоточена в дисперсной фазе. В дыме присутствуют частицы золы и сажи, являющиеся нежелательными примесями.

В составе коптильного дыма найдены следующие классы органических соединений: органические кислоты, альдегиды и кетоны, спирты, фенолы и их эфиры, амины, ароматические углеводороды и др.

Коптильный дым получают в результате тления, то есть медленного горения без пламени древесины при недостаточном доступе воздуха.

Состав и качество коптильного дыма изменяются в зависимости от вида применяемой древесины и условий сжигания: температуры, количества воздуха в зоне горения, скорости отвода дыма, влажности, способа получения дыма, степени измельчения древесины.

Более приемлемой для получения коптильного дыма является древесина лиственных пород: бук, дуб, ольха, береза, клен, ясень, тополь и др. Применение различных пород дерева позволяет получить разнообразный аромат, вкус и цвет мясопродуктов.

Лучший по составу и свойствам дым получается при температуре 220-300 °С. Понижение температуры сопровождается увеличением количества сажи, более темной окраской и ухудшением аромата и вкуса. При температуре выше 300 °С возникает опасность образования канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), например, бензпирена.

Компоненты коптильного дыма обладают различными свойствами и играют важную роль в формировании качества коптильных изделий (табл. 13).

Таблица 13

Свойства	Фракции дыма
Вкус копчения	Фенолы, органические кислоты, карбонильные соединения
Аромат копчения	Все фракции, кроме углеводной
Цвет	Фенолы, смолы, углеводная фракция
Бактерицидное и бактериостатическое действие	Фенолы, органические кислоты
Антиокислительное действие	Фенолы

Фенольная фракция коптильного дыма обладает широким спектром действия на свойства изделий.

3. Основные процессы, происходящие при копчении мясопродуктов, и их значение

Копчение следует рассматривать как комплекс взаимосвязанных процессов: собственно копчение, обезвоживание, биохимические изменения и струк-

турообразование. Совокупность протекающих процессов зависит от условий копчения.

Собственно *копчение* можно рассматривать как совокупность следующих процессов:

- осаждение копильных веществ на поверхности продукта;
- диффузия в толщу продукта и накопление копильных веществ;
- взаимодействие копильных веществ с составными частями продукта.

Температура копчения является наиболее существенным фактором, определяющим интенсивность этих процессов. Внутренний перенос копильных веществ зависит также от тканевого состава продукта, степени измельчения, свойств поверхности и других факторов. В частности, при температурах 35-50 °С эффект копчения достигается вдвое быстрее, чем при 18-22 °С; шпиг накапливает копильные вещества в 1,5 раза интенсивнее, чем свинина, и в 2,1 раза больше, чем говядина. Кишечные оболочки на 20-25 % более проницаемые для копильных веществ, чем искусственные.

Следствием адсорбции копильных веществ, их диффузии, накопления и взаимодействия с составными частями продукта являются следующие изменения.

Продукты приобретают острый, приятный, своеобразный вкус и аромат копчения, темно-красный цвет и блеск на поверхности.

Проникновение в продукт некоторых фракций дыма, особенно фенольной и органических кислот, обладающих высоким бактерицидным и бактериостатическим действием, подавляет развитие гнилостной микрофлоры, повышает устойчивость изделий при хранении, то есть копчение является одним из способов консервирования, особенно в сочетании с посолом и сушкой. Наиболее чувствительны к действию дыма кишечная палочка, протей, стафилококк. Наиболее устойчивы к действию копильных веществ плесени. Бактерицидное действие дыма проявляется, прежде всего, на поверхности продукта, где выше концентрация копильных веществ.

Таким образом, важнейшим следствием копчения является образование периферийной защитной зоны (толщиной около 5 мм), предохраняющей продукт от внешней микрофлоры и окислительного действия кислорода воздуха.

Фенолы, хорошо поглощаемые жировой тканью, имея высокие антиокислительные свойства, тормозят окисление липидов, что особенно важно для копченых продуктов длительного хранения, например, сырокопченых. Кроме того, фенолы обладают дубящим действием на коллаген, в результате этого белковая оболочка (для колбас), и поверхностные слои продукта упрочняются, что усиливает их защитные свойства к действию микроорганизмов.

Помимо перечисленных положительных изменений при копчении имеют место нежелательные явления. Взаимодействие компонентов копильного дыма с белками мяса сопровождается снижением их перевариваемости. Возможность образования при копчении и попадания в продукт ПАУ снижает гигиеническую оценку изделий.

Помимо собственно копчения во всех случаях обработки продуктов копильным дымом происходит их *обезвоживание* в результате испарения части

влаги. Например, при копчении сырокопченых изделий может удалиться до 25 % влаги от содержащейся в продукте до копчения. Полукопченые и варенокопченые колбасы теряют при копчении до 10 % влаги к начальной массе. Удаление влаги при копчении задерживает развитие микрофлоры, придает изделию характерные органолептические характеристики и позволяет снизить содержание влаги в продукте до регламентированного стандартом уровня. В случае необходимости дополнительное удаление влаги ведут при сушке изделий.

Если копчение проводится при относительно высоких температурах (55 °С и выше), во время копчения имеют место также процессы, характерные для тепловой обработки: денатурация и коагуляция мышечных белков, сваривание и гидротермический распад коллагена, превращения других веществ. Интенсивность и глубина этих изменений зависят от температуры, при которой ведется копчение.

Если копчение проводится в течение длительного времени и при температурах, не ограничивающих деятельность микроорганизмов и тканевых ферментов (холодное копчение), в продукте развиваются сложные биохимические процессы, существенным образом влияющие на свойства готовых изделий.

При холодном копчении сырокопченых изделий продолжают автолитические процессы созревания и селективного развития микроорганизмов, начавшиеся при посоле и осадке. Под влиянием тканевых и микробиальных ферментов протекает гидролитический распад белков и жиров, что сопровождается накоплением соединений, ответственных за вкус и аромат продукта. Продолжаются процессы формирования нитритной окраски, в которых участвуют и молочнокислые микроорганизмы (см. тему 11).

Гидролиз белковых веществ приводит к заметному разрушению клеточной структуры сырья и образованию новой более монолитной структуры. Она возникает в результате многочисленных коагуляционных связей между частицами, являющимися продуктами деструкции тканей. К концу холодного копчения в 2,5-3 раза уменьшается содосвязывающая способность фарша, в 1,5-2 раза снижается пластичность. Вместе с этим возрастает связность и прочность структуры.

Таким образом, несмотря на очень важную роль коптильных веществ, для разных способов копчения технологический эффект определяется не только накоплением в продукте того или иного количества компонентов дыма, но и последствиями ряда других взаимосвязанных процессов, сопровождающих собственно копчение.

4. Понятие о бездымном копчении

Сущность бездымного копчения состоит в том, что обработку изделий в коптильной камере заменяют либо введением *коптильного препарата* непосредственно в продукт (в фарш при его составлении, вместе с рассолом), либо нанесением его на поверхность продукта (погружением в коптильную жидкость, разбрызгиванием, обмазыванием).

Основой для изготовления коптильных препаратов (жидкостей) служат конденсаты, получаемые улавливанием компонентов дыма водой. Такого рода

растворы подвергают различным видам обработки, получая копильные препараты, которые могут значительно отличаться по химическому составу.

Преимущества использования копильных препаратов:

- отсутствие в копильных препаратах канцерогенных ПАУ;
- исключение необходимости в оборудовании для получения дыма;
- повышение экологической безопасности производства (отсутствие выбросов дыма в атмосферу);
- возможность более точной дозировки и состава копильных веществ.

Вместе с этим бездымное копчение имеет ряд недостатков:

- неадекватность состава и соотношения копильных веществ в копильных препаратах и копильном дыме;
- высокая трудоемкость поверхностной обработки продуктов копильными препаратами;
- отсутствие полной имитации запаха, вкуса и цвета у продуктов по сравнению с традиционным копчением.

Контрольные вопросы

1. Опишите основные процессы, которые происходят при посоле мяса.
2. Охарактеризуйте массообменные процессы, идущие при обработке мяса хлоридом натрия.
3. Как влияет посол на ферментативные и микробиологические процессы в мясе?
4. Что является движущей силой процесса посола?
5. Каким образом влияет концентрация рассола на массообменные процессы?
6. Охарактеризуйте действие хлорида натрия как консерванта.
7. Какие изменения происходят в мясе и рассоле при посоле?
8. Что понимают под копчением мяса?
9. Какие изменения происходят с мясом в процессе копчения?
10. Какую роль играют копильные вещества при копчении мяса?
11. Охарактеризуйте основные эффекты копчения.
12. Какие органолептические изменения происходят с мясом при копчении?
13. Как влияет копчение на цвет мяса?
14. Что влияет на формирование аромата и вкуса копченого мяса?
15. В чем заключается консервирующий эффект копчения?
16. Какие компоненты копильного дыма оказывают бактерицидный эффект?
17. Дайте характеристику физико-химическим изменениям, происходящим в мясе при копчении.
18. Охарактеризуйте биохимические изменения мяса при копчении.
19. Какие нежелательные вещества могут присутствовать в копченом мясе?

Тема 2.8 Изменение мяса при тепловом воздействии

Тема: Изменения свойств мяса и мясопродуктов при тепловой обработке

1. Цель и методы тепловой обработки.
2. Нагрев при умеренных температурах.
3. Нагрев при высоких температурах.

1. Цель и методы тепловой обработки

Тепловая обработка - технологический процесс, широко применяемый в мясной промышленности. В зависимости от поставленной цели применяют различные методы тепловой обработки, отличающиеся степенью, продолжительностью, характером нагрева и глубиной тепловой обработки сырья. Различают следующие методы тепловой обработки:

- поверхностная тепловая обработка: шпарка, опалка, обжарка;
- нагревание на всю глубину: бланшировка, варка, запекание, жарение;
- нагревание с целью предотвращения микробиальной порчи продукта: стерилизация, пастеризация;
- нагревание для выделения из сырья его составных частей: вытопка жира, выварка желатина, клея.

Кроме того, нагрев применяют при сушке, копчении.

Нагрев сырья может осуществляться водой, паром, горячим воздухом, переменным электрическим током, в контакте или без контакта с греющей средой.

Качественные изменения, вызываемые нагревом, в основном сходны. Степень изменений, вызываемых нагревом, определяется его продолжительностью; температура нагрева обуславливает не только темп, но и характер изменений. В связи с этим различают: нагрев при умеренных температурах (до 100 °С) и нагрев при повышенных температурах (выше 100 °С). Поскольку вода является преобладающим компонентом сырья, во всех случаях нагрев происходит в условиях воздействия горячей воды на составные части продукта, то есть является влажным нагревом.

2. Нагрев при умеренных температурах

Наиболее характерными и важными изменениями, вызываемыми влажным нагревом при умеренных температурах, являются:

- тепловая денатурация белков;
- сваривание и гидротермический распад коллагена;
- изменения экстрактивных веществ и витаминов;
- отмирание вегетативных форм микроорганизмов.

2.1 Изменения белков, жиров, экстрактивных веществ и витаминов

Изменения белков. Тепловая денатурация сопровождается модификацией структуры белковых молекул, приводящей к заметному изменению их свойств без разрушения ковалентных связей. В фибриллярных белках группы миозина, фибриногена наблюдается переход от изогнутой складчатой α -конфигурации полипептидных цепей к более растянутой β -конфигурации. При денатурации глобулярных белков происходит перегруппировка водородных связей, глобулы разворачиваются, приближаясь по структуре к фибриллярным белкам.

При нагреве мяса денатурация белков происходит в температурном интервале, так как белки отличаются по температуре денатурации (табл. 12).

Денатурация сопровождается изменением свойств белков.

Характерным признаком денатурации является потеря белками физиологической (ферментативной) активности.

В результате тепловой денатурации уменьшается гидратация белков и их растворимость.

Нагрев мышечной ткани сопровождается значительным увеличением числа определяемых кислотных групп белков без изменения доли основных групп. В связи с этим происходит смещение рН среды в нейтральную область. Одновременно с этим смещается и изоэлектрическая точка мышечных белков в нейтральную область, но в большей мере. Таким образом, происходит сближение фактической величины рН с изоэлектрической точкой белков, что является основной причиной уменьшения их ВСС.

Таблица 12

Белки мяса	Температура денатурации, °С
Миозин	45-55
Актин	50-55
Миоген	55-66
Миоальбумин	45-47
Глобулин Х	50-80
Миоглобин	60-70
Коллаген	58-65
Эластин	125

Количество прочно связанной влаги в мышечной ткани уменьшается на 15-20 %. Это приводит к потерям массы сырья при нагреве, повышению жесткости и уменьшению сочности мышечной ткани.

При варке несоленого мяса в зависимости от температуры и времени выделяется около 35-40 % воды. С водой теряются растворимые соединения. Величина потерь определяет выход продукта после нагрева. Отсюда следует, что температура и продолжительность тепловой обработки мясопродуктов должны быть лишь минимально необходимыми и соответствовать особенностям состава и свойств нагреваемого продукта.

Внутренние пептидные связи при разворачивании полипептидных цепей

при денатурации становятся более доступными действию ферментов. Следовательно, денатурированные белки лучше перевариваются. Но длительный нагрев приводит к снижению перевариваемости вследствие агрегирования белков.

За собственно денатурацией следует агрегирование белковых частиц в крупные образования. Внутримолекулярные связи заменяются межмолекулярными, то есть происходит *коагуляция* белка. Коагуляция ускоряется с повышением температуры и длительности нагрева.

Заметные денатурационные изменения при нагревании мышц наступают при температуре 45 °С, когда мышцы начинают сокращаться. При дальнейшем нагреве наблюдается дальнейшее укорачивание мышцы, это явление необратимо.

Основные денатурационные изменения завершаются при достижении температуры 70 °С, когда тканевые ферменты утрачивают свою активность, поэтому при умеренном нагреве конечная температура мясных изделий составляет 65-70 °С в центре продукта.

При этой температуре происходит денатурация миоглобина и гемоглобина, сопровождающаяся характерным для сложных белков ослаблением связей между глобином и протетической группой - гемом. В результате гем отщепляется и, вступая в поточные реакции, изменяет окраску. Введение в мясо нитрита позволяет стабилизировать окраску вареного мяса. При нагреве нитрозомиоглобин денатурирует с образованием окрашенного в красный цвет нитрозогемохромогена.



Важнейшим результатом тепловой обработки мясного сырья является изменение свойств основного белка соединительной ткани - коллагена (подробно рассмотрено в теме 2). Сваривание и гидротермический распад коллагена повышают усвояемость белка, уменьшают прочность соединительной ткани, поэтому для сырья с высоким содержанием коллагена состояние кулинарной готовности определяется степенью распада коллагена.

В клеежелатиновом производстве, при производстве застудневающих мясосопродуктов гидротермический распад коллагена является главным технологическим процессом получения желатина и клеящих веществ.

Изменения жиров. Нагрев тканей, содержащих жир, сопровождается его плавлением. Если нагрев протекает в водной среде, часть жира образует с водой эмульсию. При достаточно длительном нагреве в контакте с водой жир претерпевает химические изменения. Возрастание кислотного числа свидетельствует о гидролитическом распаде жира. Отщепляющиеся при гидролизе низкомолекулярные кислоты участвуют в формировании запаха мяса после варки.

Изменения экстрактивных веществ. Изменения экстрактивных веществ мяса при нагреве играют решающую роль в формировании специфических аромата и вкуса вареного мяса.

Тщательно отмытое от растворимых в воде веществ мясо после варки обладает очень слабым запахом, а водная вытяжка после нагрева имеет вкус и запах вареного мяса.

В формировании запаха и вкуса вареного мяса участвует большое количество веществ различной химической природы. Известно, что важную роль в этом играет *глутаминовая кислота* и ее соли. Даже в очень малых количествах (около 0,03 %) эти соединения придают продукту вкус мяса. Глутаминовая кислота образуется при нагреве в слабокислой среде (рН равным 6 и ниже) из глутамина (амида глутаминовой кислоты), содержащегося в мышечной ткани.

Существенное значение в образовании вкуса и аромата мяса играют также *инозиновая кислота, креатин, креатинин*; меркаптаны, образующиеся в ходе превращений серосодержащих аминокислот; летучие карбонильные соединения, летучие жирные кислоты и др.

В образовании специфического аромата и вкуса мяса большая роль принадлежит реакции меланоидинообразования, начальным этапом которой является окислительно-восстановительное взаимодействие аминокислот с редуцирующими сахарами, содержащимися в мясе. Наиболее склонны к такому взаимодействию моносахариды (рибоза, глюкоза), гликокол, лейцин, аланин.

В ходе таких реакций образуются различные карбонильные соединения (преимущественно альдегиды), являющиеся ароматобразующими веществами.

В ходе реакций образуются также окрашенные продукты темно-коричневые меланоидины, придающие продукту коричневую окраску.

Реакция меланоидинообразования в обычных условиях протекает медленно, а при нагревании резко ускоряется. Наиболее наглядно ее последствия проявляются при жарении мяса.

На ход реакции меланоидинообразования влияет степень созревания мяса, продукты жизнедеятельности микрофлоры (например, при посоле). С развитием автолиза мышечной ткани мяса в его составе увеличивается число и количество свободных аминокислот, а также содержание рибозы (за счет распада нуклеотидов) и глюкозы (вследствие амилолиза гликогена).

Развитие полезной микрофлоры при длительном созревании сопровождается накоплением продуктов распада белков.

Изменения витаминов. Тепловая обработка мяса приводит к уменьшению содержания некоторых витаминов в результате их химических изменений, а также потерь во внешнюю среду. В зависимости от способа и условий тепловой обработки мясо теряет 30-60 % тиамина, 15-30 % пантотеновой кислоты и рибофлавина, 10-35 % никотиновой кислоты, 30-60 % пиридоксина, часть аскорбиновой кислоты.

2.2. Влияние нагрева на микрофлору

В результате нагрева мясopодуKтов до температуры 68-70 °C уничтожается до 99 % начального количества микроорганизмов. Большинство микроорганизмов в вегетативной форме погибает при нагреве до 60-70 °C в течение 5-10 мин. Однако некоторые выдерживают более жесткий нагрев. Среди остающихся микроорганизмов около 90 % составляют споровые формы; анаэробы обнаруживаются редко и в небольших количествах. Абсолютное количество остающихся жизнедеятельных микробов в значительной степени зависит от начальной микробиальной загрязненности продукта.

Таким образом, конечная температура нагрева мясных изделий при умеренном нагреве (65-70 °С в центре продукта) обеспечивает санитарно-гигиеническую безопасность изделий и повышает их стабильность при хранении.

3. Нагрев при высоких температурах

3.1 Понятие о стерилизации

Нагрев продукта до температуры выше 100 °С в течение регламентированного времени в мясной промышленности применяют либо для консервирования мясопродуктов в герметичной таре, либо для полного уничтожения вредоносной, в том числе споровой микрофлоры с целью обезвреживания продукта. В обоих случаях нагрев, необходимый для достижения соответствующего эффекта называют *стерилизацией*.

Влажный нагрев мяса при температуре 134 °С обеспечивает уничтожение всех видов спор, включая и споры наиболее термоустойчивых микроорганизмов, в течение 5-ти минут (*полная стерилизация*). Однако применение столь высоких температур для консервирования мясопродуктов приводит к глубоким химическим изменениям продукта, обуславливающим снижение его пищевой ценности и качества. В связи с этим при производстве консервированных мясопродуктов используют *промышленную стерилизацию*, цель которой - уничтожение тех форм микроорганизмов, которые могут развиваться при обычных условиях хранения и вызывать порчу консервов или образовывать опасные для здоровья человека продукты своей жизнедеятельности (токсины).

Наиболее распространенная и предельно допустимая температура промышленной стерилизации располагается в пределах 120 °С. При этом подбирают такую продолжительность нагрева, которая обеспечивает эффективное обезвреживание споровых форм микробов.

Правильно выбранный и научно обоснованный режим стерилизации (температура и продолжительность ее воздействия) должен гарантировать высокое качество консервируемого продукта при наличии определенной степени стерильности, при которой полностью отсутствуют возбудители ботулизма и другие токсигенные и патогенные формы, а количество неопасных для здоровья человека микроорганизмов не превышает установленных норм.

Таким образом, промышленной стерилизацией не всегда достигается абсолютная стерильность консервов, но обеспечивается их доброкачественность и стойкость при хранении.

При необходимости полной стерилизации сырье с целью его обезвреживания в случае наличия спорогенных болезнетворных бактерий нужен нагрев при температуре 135 °С и выше (например, при стерилизации непищевого сырья в цехе технических фабрикатов в процессе получения кормовой муки).

3.2. Влияние нагрева на микрофлору

Нагрев при температурах выше 100 °С уничтожает вегетативные формы микроорганизмов и большую часть споровых, что обусловлено денатурацией белков протоплазмы живых клеток и разрушением ферментов. Одновременно под воздействием нагрева перерождаются сохранившиеся споры, их способность к прорастанию резко снижается. Количество остаточной микрофлоры зависит как от температуры, так и от продолжительности обработки.

Не исключается наличие в стерилизованных консервах единичных спор мезофильных бацилл типа *Bac. Subtilis* (сенная палочка), *Bac. Mesentericus* (картофельная палочка). Для поддержания высокого санитарного уровня консервного производства степень обсемененности сырья спорами этих микроорганизмов не должна превышать 10^3 на 1 г, что обеспечивает содержание остаточной микрофлоры не более 1-й споры на 10 г готового консервированного продукта.

К наиболее устойчивым спорогенным микробам, способным вызывать пищевые отравления, относится *Cl. Botulinum*. Его споры выдерживают нагрев при 110 °С в течение 30 мин, а при 115 °С - 12 мин.

Споры различных микроорганизмов обладают разной устойчивостью к действию высоких температур. Споры анаэробов отмирают медленнее, чем споры аэробов.

Устойчивость микроорганизмов к нагреву зависит от свойств стерилизуемой среды. Существенное значение имеет величина рН. В кислой среде термостойчивость микроорганизмов снижается.

Чем больше жира в консервах, тем более жестким должен быть режим стерилизации. Жир защищает споры от воздействия воды при нагреве, который приобретает характер «сухого».

Достаточно низкий коэффициент теплопроводности пищевых продуктов определяет постепенность нагрева содержимого консервов. Центральная часть консервной банки начинает стерилизоваться при заданной температуре значительно позже, чем периферийные слои, поэтому при расчете времени отмирания ориентируются на микрофлору, находящуюся в центральной части банки, и отсчет времени ведут с момента достижения температуры собственно стерилизации в геометрическом центре банки. Микрофлора начинает погибать уже при температурах ниже заданной температуры стерилизации, поэтому при определении эффекта стерилизации это обстоятельство принимают во внимание.

3.3 Изменения в мясе при нагреве

По характеру воздействия на продукт нагрев при температуре выше 100 °С в закрытых емкостях (стерилизация) сохраняет особенности влажного нагрева. При этом в мясе происходят такие характерные изменения, как тепловая денатурация растворимых белков, сваривание и гидротермический распад коллагена соединительной ткани, гидролиз и окисление жиров, изменения витаминов и экстрактивных веществ, структуры и органолептических показателей продукта. Отличие по сравнению с умеренным (до 100 °С) нагревом заключается в том,

что стерилизация в значительной степени катализирует скорость *гидролитических* процессов основных компонентов мяса, глубина которых возрастает с увеличением продолжительности стерилизации и повышением температуры.

Изменения белковых веществ. При стерилизации может происходить глубокая деструкция растворимых белков до полипептидов. При этом часть полипептидов гидролизуется до низкомолекулярных соединений. Могут происходить процессы дезаминирования и декарбоксилирования некоторых аминокислот, сопровождающиеся разрушением и потерей части из них, в том числе и незаменимых. На степень потерь аминокислот при стерилизации влияет реакция среды, например, нагрев при 105 °С в течение 48 час в кислой среде приводит к полному разрушению триптофана.

Стерилизация вызывает усиление гидротермического распада коллагена до глютина и гидролиз глютина до глюкоз. Изменения коллагена при стерилизации положительно влияют на перевариваемость белка. Благодаря гидролизу коллагена мясо становится более нежным. В связи с этим в консервном производстве широко используют мясо с большим содержанием соединительной ткани. В то же время жесткие режимы стерилизации вызывают глубокий гидролиз коллагена, снижение способности бульонов к застудневанию, разволокнение мяса.

С повышением температуры и длительности нагрева возрастает степень коагуляционных изменений белков, что снижает перевариваемость белков пищеварительными ферментами.

Использование необоснованно жестких режимов стерилизации приводит к значительному снижению пищевой ценности продукта.

Изменения жиров. При стерилизации значительно ускоряется гидролиз жиров и насыщение двойных связей радикалов жирных кислот гидроксильными группами. Свидетельством этих изменений являются рост кислотного числа и уменьшение йодного числа. При высокотемпературном нагреве происходит также окисление жиров и их термическая полимеризация. Образующиеся при этом карбонильные соединения обладают токсичными свойствами.

Изменения экстрактивных веществ и витаминов. При стерилизации эти изменения протекают как процесс накопления экстрактивных веществ за счет распада высокомолекулярных соединений и уменьшение их количества вследствие распада под влиянием нагрева. По этой причине качественный и количественный состав летучих соединений в вареном и стерилизованном мясе отличается, что сопровождается появлением у продукта специфического «аромата автоклава».

Если при умеренном нагреве решающая роль в аромато- и вкусообразовании принадлежит глютамину, глютаминовой и адениловой кислотам, формирование «вкуса и запаха стерилизации» в консервированных продуктах обусловлено, в основном, накоплением конечных продуктов гидротермического распада белков: аммиака, углекислого газа, сероводорода, меркаптанов и др.

На процесс образования вкуса и запаха у консервированного мяса существенно влияет также образование альдегидов, летучих жирных кислот и других соединений. Скорость реакции меланоидинообразования ускоряется как за

счет высокой температуры, так и за счет увеличения количества свободных аминокислот и глюкозы.

Разрушение аминокислот, в том числе незаменимых, при высокотемпературном нагреве в течение чрезмерно большого времени приводит к снижению пищевой ценности продукта.

Разрушение витаминов при стерилизации различно. Наименьшей устойчивостью обладают витамины С, D, В₁, тиамин, никотиновая и пантотеновая кислоты. В зависимости от вида стерилизуемого продукта и режима стерилизации уровень их потерь может составлять от 40 до 90 % от исходного количества.

Более термостойкими являются витамины А, Е, К, В.

Таким образом, ухудшение качества консервированных мясопродуктов при стерилизации обусловлено уменьшением доли полноценного белка, ускорением гидролиза и окисления жиров, потерями витаминов, нежелательными изменениями экстрактивных веществ. Кроме того, при стерилизации изменяются структурно-механические свойства продукта.

Выбор оптимальных режимов стерилизации - путь к повышению качества консервированных мясопродуктов.

Тема: Влияние сушки на свойства мясных продуктов

1. Определение, цель и режимы сушки.
2. Механизм сушки.
3. Изменение свойств мясопродуктов при сушке

1. Определение, цель и режимы сушки

Сушка - финальная технологическая операция при производстве сырокопченых, сыровяленых, варено-копченых, полукопченых колбас, сырокопченых штучных изделий из мяса. Полукопченые, варено-копченые колбасы подвергаются сушке после варки и горячего копчения, сырокопченые - после холодного копчения (без тепловой обработки).

Цель сушки - обезвоживание продукта за счет испарения влаги в окружающую среду для повышения стойкости к действию гнилостной микрофлоры в процессе хранения.

При производстве мясных продуктов применяют неполное обезвоживание и комбинируют его с другими способами консервирования (посолом, копчением). Снижение массовой доли влаги в продукте при сушке сопровождается увеличением относительного содержания соли, нитрита, коптильных веществ, что обеспечивает повышение устойчивости изделия при хранении, кроме того, повышается содержание сухих питательных веществ в единице массы изделия.

Например, если для вареных колбас массовая доля влаги может колебаться в интервале 60-70 %, то для полукопченых она составляет 38-48 %, варено-копченых - не более 38 %, сырокопченых - 25-27 % (данные приведены для колбас традиционного ассортимента).

Сушку колбас и копченостей осуществляют в сушильных камерах, снаб-

женных кондиционерами для поддержания требуемых параметров воздуха: температура 12 °С, относительная влажность воздуха 75 %.

Длительность сушки зависит от вида изделия и составляет для полукопченых колбас 1-2 суток (их сушат, если массовая доля влаги выше допустимой, а также в случае длительного транспортирования), для варено-копченых - 3-7 суток, для сырокопченых - 25-30 суток.

Важным моментом является необходимость поддержания стабильных параметров воздуха в камерах сушки, так как даже незначительные отклонения приводят к увеличению длительности процесса и появлению дефектов готовой продукции.

2. Механизм сушки

При сушке вареных изделий (полукопченые, варено-копченые колбасы) процесс не осложняется какими-либо сопутствующими явлениями. При сушке сырых изделий развиваются процессы, вызываемые деятельностью тканевых ферментов (созревание) и микрофлоры, а также процессы структурообразования. Все эти процессы взаимосвязаны и взаимозависимы, поэтому при сушке сырых изделий выбор режима определяется не только из соображений интенсификации обезвоживания продукта, но и с учетом влияния развития внутренних процессов на качество продуктов. При сушке вареных изделий это значения не имеет.

Таким образом, сушка сырокопченых и сыровяленых колбас относится к числу наиболее сложных технологических процессов.

Процесс сушки складывается из следующих фаз:

- парообразование на поверхности и в глубине продукта;
- перенос водяных паров во внешнюю среду через пограничный слой (внешний влагоперенос);
- перенос влаги от центра к поверхности (внутренний влагоперенос).

Движущей силой внешнего влагопереноса является разность парциальных давлений водяного пара на поверхности продукта и в окружающей среде.

В результате внешнего влагопереноса создается градиент влажности внутри колбасного батона, являющийся движущей силой внутреннего переноса влаги.

Следствием внутреннего переноса влаги является перенос водорастворимых веществ и концентрация последних в зоне испарения влаги. Вследствие этого возникает градиент их концентраций, направленный от центра к периферии продукта.

Ход сушки зависит от скорости фазового превращения влаги, скорости переноса влаги внутри продукта и скорости внешнего влагопереноса через пограничный слой. Последний оказывает сопротивление тепло- и массообменным процессам, так как отличается повышенным влагосодержанием и пониженной температурой. Толщина этого пограничного слоя (образуется непосредственно у поверхности продукта) зависит от скорости движения воздуха в камере.

Однако при сушке мясопродуктов для снижения толщины пограничного слоя не используют искусственную конвекцию воздуха в камере сушки, так как повышение скорости движения воздуха приводит к неравномерному высыханию внешнего и внутреннего слоев.

Скорость сушки внешнего слоя при прочих равных условиях всегда выше, чем у внутренних слоев. При этом влагосодержание центрального слоя может превышать показатель внешнего слоя в 1,5 раза и более.

Внешний слой уплотняется, усаживается, оказывая сопротивление переносу влаги внутри продукта и тормозя процесс сушки.

Быстрое высушивание внешнего слоя может привести появлению закала - дефекта, характерного для сырокопченых колбас, поэтому при сушке необходимо регулировать температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха.

Внутренний влагоперенос, а значит, и скорость сушки зависят от свойств продукта: содержания и прочности связи влаги с материалом, тканевого состава продукта, вида оболочки, диаметра батона и др.

Наиболее высокую влажность имеют сырокопченые колбасы, поступающие на сушку. До начала сушки на этапе осадки и холодного копчения испаряется 35-45 % от общего количества удаляемой влаги. У варено-копченых колбас влажность перед сушкой ниже, так как они подвергались варке и горячему копчению.

Чем выше исходная влажность подвергаемого сушке продукта, тем дольше процесс сушки, тем больше значение имеют параметры сушки и их стабильность.

3. Изменение свойств мясopодуkтов при сушке

Формирование структуры. При сушке сырых продуктов продолжают начавшиеся ранее (посол, осадка, холодное копчение) разрушения клеточной структуры мяса за счет ферментативного *гидролиза белков* (под действием тканевых и микробиальных ферментов). До 15 % белков разрушаются до полипептидов и низкомолекулярных азотистых соединений. Эти изменения приводят к повышению гомогенности фарша, формированию характерной для этих изделий монолитной структуры.

Вместе с этим протекает противоположно направленный процесс - *вторичное структурообразование* за счет агрегирования белков на фоне снижения рН фарше (деятельность молочнокислой микрофлоры) и его обезвоживания.

Таким образом, специфическая для сырокопченых и сыровяленых колбас плотная монолитная структура формируется за счет протекания противоположно направленных процессов гидролиза и агрегирования белков. Вторичное структурообразование сопровождается снижением степени перевариваемости белков пищеварительными ферментами.

Формирование вкусоароматических характеристик колбас. Количество накапливающихся вкусоароматических веществ и степень выраженности вкуса и аромата сырокопченых и сыровяленых колбас связаны с глубиной развития ферментативных процессов при созревании-сушке и с деятельностью микрофлоры. Специфический вкус и запах этих видов колбас обусловлены, главным образом, присутствием карбонильных соединений, серосодержащих компонентов (меркаптаны и др.), органических кислот, спиртов, эфиров, летучих жирных

кислот. Определенную роль играет молочная кислота, как продукт ферментативного превращения углеводов и сахаров, а также пептиды, свободные аминокислоты и продукты гидролиза жиров. В сырокопченых колбасах своеобразный вкус и аромат дополняется проникновением в продукт копильных веществ.

Формирование окраски сырых продуктов при сушке происходит медленно вследствие невысоких температур на фоне обезвоживания продукта, роста концентрации поваренной соли и присутствия денитрифицирующей микрофлоры. Окраска сырокопченых и сыровяленых колбас определяется наличием не денатурированных пигментов мяса, прежде всего нитрозопигментов.

Положительно влияет на процесс формирования нитритной окраски снижение величины рН фарша при созревании-сушке за счет жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов. Кроме того, микрококки фарша способствуют восстановлению нитрита, накоплению редуцирующих веществ, что приводит к интенсификации реакций цветообразования.

Микробиологические процессы при сушке. В процессе длительной сушки, применяемой при производстве сырокопченых и сыровяленых колбас, продолжается селективное развитие микроорганизмов, что в совокупности с обезвоживанием и другими моментами обеспечивает повышение устойчивости изделий к микробиальной порче.

В условиях постепенного обезвоживания фарша, увеличения концентрации соли и снижения величины рН количественно-видовой состав микрофлоры существенно изменяется. Преобладающее развитие отмечается для молочнокислых микроорганизмов. Жизнеспособность этих форм микроорганизмов объясняется их кислото- и солеустойчивостью, способностью развиваться в широком диапазоне температур при относительно низком содержании влаги.

При сбраживании сахара, добавляемого в фарш при его составлении, микроорганизмами образуются органические кислоты, накопление которых ведет к снижению величины рН и подавлению патогенных микробов. При этом повышается активность микроорганизмов, участвующих в ферментативном гидролизе белков и липидов с образованием вкусоароматических веществ.

Снижение величины рН в ходе сушки предопределяет падение ВСС белков и создает лучшие условия для обезвоживания продукта (так как в первую очередь удаляется при сушке слабосвязанная влага) и для взаимодействия белковых веществ при вторичном структурообразовании продукта.

Учитывая важную роль микроорганизмов в процессе производства сырокопченых, сыровяленых колбас, регулировать созревание-сушку можно за счет введения в состав исходного фарша специальных бактериальных препаратов и добавок, активизирующих жизнедеятельность микроорганизмов.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте способы и виды тепловой обработки мяса.
2. Какие изменения происходят с белками мяса при нагреве?
3. Что происходит при нагреве с соединительнотканными белками?

4. Что такое экстрактивные вещества мяса и каким изменениям они подвергаются?
5. Что происходит с жирами при нагреве?
6. Каким изменениям подвергаются при нагреве витамины?
7. Как влияет нагрев на вкусо- и ароматообразование мясных продуктов?
8. Охарактеризуйте реакции, способствующие цветообразованию мяса при нагреве.
9. Какова цель сушки при производстве мясопродуктов?
10. Формирование структуры, окраски, вкусо-ароматических характеристик мясопродуктов как следствие комплекса взаимосвязанных изменений, происходящих при сушке.
11. Значение ферментативных процессов при формировании качества продуктов при сушке.
12. Влияние сушки на микробиологическую стабильность продуктов.

Тема 2.9 Основные группы микроорганизмов влияющих на качество и безопасность мяса и мясопродуктов

Тема : Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием ферментов микроорганизмов

1. Пищевые токсикоинфекции и токсикозы микробного происхождения.
2. Механизм гнилостной порчи и ее влияние на качество мяса.
3. Факторы, определяющие устойчивость мяса к микробиальной порче.
4. Способы консервирования мяса. Понятие о концепции барьерной технологии пищевых продуктов.

1. Пищевые токсикоинфекции и токсикозы микробного происхождения

В соответствии с Рекомендованным международным сводом гигиенических правил производства сырого мяса, процесс забоя мяса должен отвечать определенным санитарно-гигиеническим требованиям.

Обычно всех животных, предназначенных на убой, необходимо подвергать предубойному осмотру. Больных животных или животных с подозрением на инфекцию следует забивать отдельно, например на специальных или карантинных бойнях либо после убоя партии здоровых животных. Одной из самых важных мер предосторожности на участке нутровки (потрошения) туш должно быть предотвращение их загрязнения содержимым кишечника.

Отравления, вызываемые мясными продуктами, делят на две группы: на пищевые токсикоинфекции и пищевые токсикозы, а также отравления смешанной этиологии (при сочетании пищевой токсикоинфекции и токсикоза).

К пищевым токсикоинфекциям относятся острые кишечные заболевания, возникающие при употреблении в пищу продуктов, в которых произошло массовое размножение микроба-возбудителя и накопление токсинов. К возбуди-

телям пищевых токсикоинфекций относятся представители: семейства Enterobacteriaceae – *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *Citrobacter*, *Hafnia*, *Klebsiella*; семейства Vibrionaceae – *V. parahaemolyticus*; семейства Bacillaceae – *Bac. cereus*, *CL. perfringens*; семейства Streptococcaceae – *S. faecalis*; семейства Pseudomonadaceae – *P. aeruginosa*. По типу пищевых токсикоинфекций нередко протекают заболевания, вызываемые эшерихиями, сальмонеллами, шигеллами, иерсиниями.

К пищевым токсикозам относятся бактериальные токсикозы: ботулизм, стафилококковая пищевая инфекция, вызываемая стафилококками, способными продуцировать энтеротоксин, и микотоксикозы. Пищевые отравления смешанной этиологии обусловлены совместным действием двух возбудителей, например *Bac. cereus* и токсина стафилококка, *Bac. cereus* и эшерихии и т.д.

Токсикоинфекции вызывают бактерии сальмонеллезной группы (*Salmonella dublin*, *S. typhimurium*, *S. choleraesuis*), условно-патогенная микрофлора (*E. coli*, *Proteus vulgaris*), кокки и другие микроорганизмы. Токсикозы вызываются токсинами без участия микроорганизмов, выделяющих их.

Возникновение пищевых токсикоинфекций обуславливается попаданием возбудителей от больных людей, животных или бактерионосителей в пищевые продукты, в которых происходит их размножение и параллельно идет накопление токсинов. Размножение микроорганизмов становится возможным при нарушении санитарных правил и норм при заготовке пищевых продуктов, а также в процессе приготовления из них готовых изделий или полуфабрикатов, при их неправильной транспортировке, хранении и превышении сроков реализации.

Пищевые токсикоинфекции различной этиологии характеризуются целым рядом общих клинических и эпидемиологических признаков. Заболевание начинается остро после короткого инкубационного периода среди лиц, употреблявших одну и ту же пищу, как правило, приготовленную с нарушением технологии или длительное время хранившуюся перед реализацией. Эпидемиологически заболевание характеризуется взрывным началом, протекает по типу вспышки, прекращается сразу после изъятия продукта, послужившего причиной токсикоинфекции и не оставляет эпидемического хвоста.

Патогенетические изменения в организме и клиническая картина при пищевых токсикоинфекциях, вызванных различными микроорганизмами, характеризуются похожими свойствами, так как их развитие зависит от действия токсических веществ микробов (эндотоксина), токсинов – продуктов распада белков пищевого продукта, а не от вида возбудителя. Одновременное проникновение массивной дозы бактерий и их разрушение в регионарных лимфатических образованиях кишечника ведут к освобождению значительного количества эндотоксина, который оказывает, прежде всего, местное влияние на желудочно-кишечный тракт, вызывая воспалительный процесс, нарушение всасывающей способности кишечника. В первые же часы заболевания наступают и общетоксические явления: повышение температуры тела, головная боль, слабость.

Заболевание начинается с явлений гастроэнтерита: рвоты, жидкого стула (до 10-15 раз в сутки), болей. Продолжительность болезни 1-3 дня в легких случаях, осложнения бывают у детей, людей пожилого возраста.

Диагноз ставится врачом-инфекционистом на основании клинических данных и эпидемиологического анамнеза, роль врача - санитарного микробиолога заключается в установлении вида возбудителя и фактора передачи путем выделения микроорганизма от больных и из пищевого продукта, послужившего причиной пищевого отравления.

Микробиологическая диагностика инфекционных болезней, вызываемых эшерихиями, сальмонеллами, иерсиниями, протекающих с клиническими симптомами пищевых токсикоинфекций, изучается в курсе микробиологии, т.к. эти возбудители являются самостоятельными нозологическими формами.

Ботулизм – типичный бактериальный токсикоз, обусловленный действием экзотоксина, который вырабатывается *Cl.botulinum*. Ботулинический токсин отличается наибольшей токсичностью из всех известных микробных экзотоксинов (0,035 мг сухого порошка его является смертельной дозой для человека). В настоящее время доказано, что не только токсин, но и сам возбудитель может быть причиной отравления. Споры ботулизма, попавшие в организм, превращаются в вегетативные клетки и продуцируют экзотоксин, приводящий животное к гибели, при этом возбудитель выделяется из всех органов и тканей. В связи с этим мясо от животных, больных ботулизмом, нельзя использовать в пищу.

Возбудитель ботулизма широко распространен в природе (почве, навозе, воде) и часто попадает в мясо из окружающей среды. Возбудитель может находиться в колбасе подозрительной свежести, копченой рыбе, консервах, подвергнутых стерилизации с нарушением режима. Продолжительность инкубационного периода болезни зависит от количества попавшего в организм возбудителя и типа его токсина. Смертность достигает 70-80%. С целью профилактики необходимо соблюдать санитарно-гигиенические правила на предприятиях пищевой промышленности. При малейшем подозрении на ботулизм продукты следует браковать с последующим их уничтожением.

Токсикозы стафилококкового и стрептококкового происхождения. Стафилококковое пищевое отравление – типичный бактериальный токсикоз, занимающий по распространенности второе место после сальмонеллезной инфекции. Симптомы развития токсикоза обусловлены действием энтеротоксина, выделяемого стафилококками и накапливающегося в продуктах. Внешний вид продуктов, содержащих энтеротоксин, не изменяется. Энтеротоксин термостабилен, выдерживает кипячение до 30 мин и лишь частично разрушается после автоклавирования при 0,5 атм. Токсикозы могут вызывать отдельные штаммы стрептококков. Как и стафилококки, они способны продуцировать энтеротоксины, которые выдерживают нагревание до 100°C. Клиника болезни такая же, как при других пищевых отравлениях.

Мясо как возможный источник инфекции. Мясо больных животных может быть источником возбудителя. Так, мясо сибиреязвенного животного представляет большую опасность не только в смысле заражения, но и распространения возбудителя. При доступе воздуха вегетативные формы возбудителя сибирской язвы превращаются в споровые, которые в мясных продуктах, на предметах разделки и в окружающей среде сохраняются длительное время. Для уни-

чтожения возбудителя проводят тщательную дезинфекцию предметов разделки, оборудования, помещения и другие мероприятия. Тушу больного животного и его шкуру утилизируют или сжигают.

Туляремией человек заболевает при контакте с больными животными или продуктами их переработки. Больные или подозреваемые в заболевании туляремией животные к убою не допускаются, так как через мясо распространяется возбудитель. Такую же опасность для человека представляет мясо животных, больных лептоспирозом, сапом и др. Не менее опасны мясо и пораженные органы животных, больных туберкулезом.

Убой бруцеллезных животных проводят на санитарных бойнях. При несоблюдении правил личной профилактики через мясо могут заражаться рабочие боенских предприятий. Для человека наиболее опасен бруцеллез овец и коз.

У свиней больных рожей свиней при наличии дегенеративных изменений в тканях - туши уничтожают, а при их отсутствии – подвергают термической обработке.

Мясо животных при таких болезнях, как чума свиней, эмфизематозный карбункул (эмкар) крупного рогатого скота, менее опасно для человека, но так как такое мясо служит источником распространения возбудителя, его уничтожают.

Гарантией доброкачественности и эпидемической безопасности мяса и мясных продуктов на этапе их продвижения от предприятия к потребителю является ветеринарный и санитарно-микробиологический контроль. Бактериологическое исследование мяса производят во всех случаях, предусмотренных НТД, правилами ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясопродуктов, другими нормативными актами, а также по требованию органов, осуществляющих ветеринарный или санитарный контроль. Наиболее опасно мясо вынужденно убитых животных, так как оно нередко обсеменено патогенной или условно-патогенной микрофлорой. Такое мясо в первую очередь подвергают бактериологическому исследованию независимо от первичного диагноза и принадлежности животного. Особое внимание уделяют исследованию мяса при подозрении на наличие в нем возбудителей острых инфекционных заболеваний, пищевых отравлений – токсикоинфекций (сальмонелл, кишечной палочки, протей, синегнойной палочки) и возбудителей токсикозов (анаэробов, кокков).

2. Механизм гнилостной порчи и ее влияние на качество мяса

Мясо, получаемое после убоя и первичной обработки туш животных, не является стерильным и характеризуется так называемой первоначальной обсемененностью, уровень которой зависит от многих факторов. Вследствие высокого содержания влаги и белков мясное сырье служит благоприятной средой для развития гнилостной микрофлоры, вызывающей порчу мяса. *Механизм гнилостной порчи мяса* заключается в следующем. Белки, являющиеся высокомолекулярными соединениями, не способны диффундировать через клеточные оболочки микроорганизмов. Для преобразования их в пригодные для всасывания и усвоения соединения гнилостные микроорганизмы выделяют в субстрат протеолитические ферменты, катализирующие гидролиз белков, полипептидов

и дальнейшие превращения свободных аминокислот. Таким образом, *гниение* следует рассматривать как процесс разложения белковых веществ мяса под действием ферментов гнилостных микроорганизмов. При гнилостном распаде белков образуются разнообразные продукты гниения.

В процессе гниения участвует большое число различных микроорганизмов; общий биохимический характер этих процессов довольно постоянен; детали изменяются в зависимости от вида микрофлоры, внешних условий, состава и свойств белков.

Гниение может происходить при доступе (аэробное гниение) и в отсутствии кислорода (анаэробное гниение). Обычно гнилостное разложение мяса начинается с поверхности под действием аэробов и факультативных аэробов.

Наиболее распространенными гнилостными микробами являются *Bact. proteus*, *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus*, *Bac. Pseudomonas* и некоторые виды анаэробов: *Bac. sporogenes*, *Bac. putrificus* и др.

В ходе микробиальных превращений белков в мясе накапливаются вещества самой разной химической природы. На начальной стадии гнилостного разложения происходит гидролиз пептидных цепей белковых молекул с образованием полипептидов разной молекулярной массы и некоторого количества свободных аминокислот. Таким образом, *первичными* продуктами распада белков являются *полипептиды*, которые с водой образуют слизь. Полипептиды в основном растворимы в горячей воде и при варке испорченного мяса переходят в бульон, который становится мутным. Эти свойства бульона используют для суждения **о свежести мяса**.

Образование слизи на поверхности мяса является характерным признаком развития аэробной гнилостной порчи. *Ослизнение* – это один из наиболее часто встречающихся видов порчи охлажденного мяса при хранении и транспортировке. Оно обнаруживается, когда на один см² поверхности насчитывается около 10^{7,5} микроорганизмов. При низких плюсовых температурах срок появления ослизнения зависит от первоначальной микробиальной обсемененности мяса и относительной влажности воздуха. Сначала образуются отдельные колонии, потом они сливаются в сплошной мажущийся слизистый налет мутно-серого цвета. Мясо, пораженное ослизнением, теряет товарный вид, вкус, аромат, становится влажным и липким на ощупь.

Мясо при ослизнении промывают, определяют *степень свежести* и используют для промышленной переработки (если нет отклонений по показателям свежести). При хранении мяса с признаками ослизнения происходит его дальнейшая порча - *гниение*.

По мере развития гнилостных процессов растет количество свободных аминокислот и начинаются процессы их превращения с образованием *вторичных* и *конечных* (неорганических) продуктов гниения.

Распад аминокислот в зависимости от характера микрофлоры и конкретных условий внешней среды происходит путем гидролитического, окислительно-восстановительного дезаминирования и декарбоксилирования.

В ходе *дезаминирования* аминокислот образуются аммиак, жирные кислоты (уксусная, масляная, муравьиная, пропионовая), оксикислоты, альдегиды, спирты. Их образование влияет на формирование неприятного запаха.

В результате *декарбоксилрования* образуется углекислый газ и амины, некоторые из которых ядовиты.

Катализируемое ферментами гнилостной микрофлоры дезаминирование и декарбоксилрование тирозина и триптофана приводит к образованию, помимо аммиака и углекислого газа, крезола, фенола, скатола, индола, которые являются ядовитыми и резко ухудшают запах мяса.

Распад серусодержащих аминокислот (метионина, цистина) сопровождается накоплением сероводорода, аммиака, меркаптанов, что отрицательно влияет на запах мяса.

Изменение цвета мяса при гнилостной порче обусловлено взаимодействием H_2S с миоглобином. Образующийся сульфомиоглобин или холемиоглобин придает мясу зеленую окраску. Приобретение мясом зеленой или желтой окраски может быть результатом окисления миоглобина пероксидом водорода, продуцируемого некоторыми микроорганизмами. Кроме того, причиной изменения окраски могут служить пигменты различного цвета, выделяемые некоторыми микроорганизмами.

Наряду с изменениями мышечных белков развитие микробиологических процессов приводит к изменению компонентов соединительной ткани. Под действием коллагеназы и гиалуронидазы, выделяемых некоторыми микроорганизмами, происходит гидролиз коллагена и распад мукополисахаридов, что отражается на микроструктуре мяса, его консистенции.

Некоторые микроорганизмы (например, *Pseudomonas*) имеют ферментные системы, вызывающие гидролитические и окислительные изменения липидов, в результате которых в мясе накапливаются свободные жирные кислоты, органические перекиси, а на более поздних стадиях - альдегиды, кетоны, оксикислоты.

В процессе гнилостного разложения разрушаются практически все компоненты мяса, однако наибольшее значение имеют превращения белковых веществ. В мясе при гниении появляются новые химические соединения, а также изменяется количественное содержание имеющихся. Все это существенно влияет на изменение цвета, запаха, вкуса, консистенции, пищевой ценности и безвредности мяса в сторону их ухудшения.

Испортившееся мясо может стать причиной пищевых отравлений: токсикоинфекций, возникающих при употреблении человеком продукта, содержащего сальмонеллы, кишечную палочку и протей; и интоксикаций, вследствие наличия в продуктах ядов (токсинов), выделяемых некоторыми видами микроорганизмов (стафилококки, стрептококки, ботулинус) в процессе их деятельности.

Таким образом, развитие гнилостной микрофлоры сопровождается распадом белков, разрушением аминокислот, в том числе и незаменимых, накоплением продуктов их превращений, что понижает пищевую и биологическую ценность мяса, резко ухудшает его цвет, запах, консистенцию, способствует образованию вредных для человека веществ и делает мясо непригодным в пищу.

Важно обнаружить гнилостное разложение на ранней стадии. Это можно сделать с использованием ряда субъективных и объективных показателей.

Эффективный способ выявления порчи - варка проб, так как при повышении температуры возрастает испаряемость летучих соединений. Рекомендуется

также растирать кусочки мяса между пальцами. Запах разлагающегося мяса значительно усиливается при нанесении на его поверхность разбавленных кислот и щелочей. При развитии анаэробной порчи эффективным способом проверки является прокалывание глубоких слоев мяса деревянной палочкой.

При объективной оценке свежести мяса определяют содержание летучих жирных кислот и по их количеству мясо разделяют на свежее, сомнительной свежести и несвежее.

Для объективной оценки свежести мяса используют также микробиологические и гистологические методы анализа.

От степени свежести мяса зависит направление его использования.

3. Факторы, определяющие устойчивость мяса к микробальной порче

Интенсивность развития микробиологических процессов зависит от состава и свойств мяса: вида сырья, содержания в нем воды, величины рН, активности воды, состояния поверхности (наличия порезов, корочки подсыхания) и др.

Продукты с пониженным содержанием влаги легче противостоят микробальной порче. Из общего количества воды, содержащейся в пищевом продукте, бактерии, дрожжи, плесени могут использовать для своей жизнедеятельности лишь определенную «активную» часть. Для характеристики состояния влаги в продукте, наряду с другими показателями, применяют показатель *активности воды* a_w , определяемый как отношение парциального давления водяного пара над поверхностью продукта (P) к парциальному давлению насыщенного водяного пара (P_0) при той же температуре. Активность воды - это характеристика самого продукта, обусловленная химическим составом и гигроскопическими свойствами его. Чем прочнее связана влага с материалом, тем меньше величина P , и наоборот, для свободной воды P достигает значения P_0 . Уменьшение активности воды замедляет рост микроорганизмов до тех пор, пока на определенном уровне он практически не останавливается. Для роста большинства бактерий необходимо a_w не ниже 0,90-0,94; дрожжей - 0,85-0,88; плесеней - 0,65-0,80, поэтому при хранении охлажденного мяса необходимо создать на его поверхности корочку подсыхания, более устойчивую к действию микрофлоры и задерживающую распространение ее в глубину.

Снижение величины рН мяса в ходе автолиза с 7,0 до 5,6-5,2 для патогенных и гнилостных микроорганизмов ухудшает условия их жизнедеятельности, сокращает их ферментативную активность и способность к размножению. Эти процессы начинают развиваться только с увеличением рН. Развитие микробиологических процессов в мясе PSE и DFD протекает иначе. Мясо PSE отличается низким рН. Однако на практике ожидаемое повышение устойчивости PSE мяса к действию микробов не оправдывается из-за повышенного содержания свободной воды в этом сырье, наоборот, срок хранения этого мяса меньше, чем у NOR сырья. Высокие значения рН, характерные для DFD мяса, способствуют развитию микроорганизмов, благодаря чему порча этого сырья наступает быстрее, чем у NOR мяса.

Важнейшим фактором, определяющим сохранность мясного сырья, является его начальная микробиальная обсемененность. Инфицирование мясных туш и других продуктов уояа происходит эндогенным и экзогенным путем.

Эндогенное обсеменение микроорганизмами тканей и органов может происходить при жизни животного или после уояа. У истощенных и утомленных животных снижается устойчивость организма. Бактерии из кишечника через кровеносную и лимфатическую системы проникают в его органы и ткани. Постмертное эндогенное обсеменение продуктов уояа возможно при задержке извлечения желудочно-кишечного тракта после уояа животного.

Экзогенное попадание микроорганизмов в мясо может происходить на всех стадиях технологической обработки: в период обескровливания, съемки шкуры, нутровки, шпарки, туалета, при использовании грязного инструмента, низком уровне личной гигиены рабочих.

Для мяса, полученного при строгом соблюдении технологической дисциплины и санитарных требований, от здоровых, упитанных и неутомленных животных, характерна только поверхностная микробиальная обсемененность.

На развитие микроорганизмов в мясе существенным образом влияют такие внешние факторы, как *относительная влажность воздуха* и *температура*.

Максимальная скорость развития бактерий в охлажденном мясе наблюдается при относительной влажности воздуха более 90-95 %.

Снижение температуры тормозит развитие микроорганизмов, и этот прием используется как способ консервирования мяса (охлаждение, замораживание).

Многие микроорганизмы очень чувствительны к повышенной (по сравнению с естественными условиями) концентрации растворенных веществ и связанному с этим повышению осмотического давления субстрата. Это свойство широко используется для подавления жизнедеятельности гнилостной микрофлоры мяса, например, при его посоле.

Регулировать процессы жизнедеятельности микроорганизмов можно путем изменения парциального давления кислорода в окружающей среде, что реализуется в технологической практике за счет упаковывания мяса под вакуумом, хранения мясного сырья в регулируемой газовой среде.

Знание факторов, определяющих интенсивность развития микроорганизмов, позволяет использовать в технологической практике приемы, способствующие торможению и предотвращению микробиальной порчи мясного сырья и продуктов. Эти приемы направлены на устранение возможности попадания микроорганизмов в мясо и создание неблагоприятных условий для их размножения.

4. Способы консервирования мяса. Понятие о концепции барьерной технологии пищевых продуктов

Предупреждение или торможение нежелательной микробиальной порчи мяса и мясных продуктов достигается путем применения различных способов консервирования.

При консервировании используют действие различных сохраняющих факторов (называемых *барьерами*):

- физических (применение высоких и низких температур, ионизирующих излучений, ультрафиолетовых излучений, обезвоживания, применение упаковки и защитных покрытий);
- химических (использование консервантов);
- физико-химических (посол, копчение и др.);
- биохимических (направленное использование микрофлоры).

Микробиологическая безопасность и пищевая ценность мясных продуктов часто находятся в противоречии. Продукты, подвергаемые мягкой обработке, имеют хороший вид, вкус и т.д., но менее стойки к действию микробов (с точки зрения снижения качества) и менее безопасны (с точки зрения пищевых отравлений). Таким образом, соответствующая обработка продукта является компромиссом в отношении качества и безопасности. В этом плане наглядным примером служат мясные консервы, которые являются микробиологически безопасными и стойкими, однако из-за тепловой стерилизации имеют недостатки по показателям пищевой ценности.

Современные способы обработки должны быть направлены на получение стойких при хранении продуктов с высокими показателями качества, что может достигаться *комбинацией* нескольких сохраняющих факторов (барьеров), которые не могут преодолеть микроорганизмы, присутствующие в продукте. Эта концепция (называемая *барьерной технологией*) перспективна для современных способов сохранения качества пищевых продуктов. Основные принципы барьерной технологии:

- высокая микробиологическая стойкость и безопасность продуктов;
- максимальные органолептические свойства и пищевая ценность продуктов;
- минимальная обработка продуктов.

Эта концепция справедлива как для традиционных пищевых продуктов, так и для новых продуктов, для которых барьеры тщательно подбираются, а затем целенаправленно используются.

Примером традиционной комбинации барьеров может служить копчение мясопродуктов, где сочетаются консервирующее действие обезвоживания, соли и бактерицидных веществ коптильного дыма.

Известно более 60-ти потенциальных сохраняющих факторов (барьеров). В настоящее время в качестве перспективных признаны физические нетепловые барьеры: применение высокого гидростатического давления; комбинирование тепловой обработки, давления и ультразвука; воздействие импульсного электрического тока и т. д. К другой группе перспективных барьеров относятся «природные консерванты», такие, как экстракты пряностей, лизоцим и др.; применение методов биотехнологии, в частности, направленное использование микроорганизмов. Однако как традиционные барьеры, так и барьеры будущего применяются в сочетании с другими барьерами, например, мягкой тепловой обработкой, охлаждением и т. п.

Барьерная технология целенаправленно и в возрастающих масштабах будет применяться при производстве мясных продуктов.

Контрольные вопросы

1. Механизм гнилостной порчи мяса и других продуктов убоя.
2. Изменение показателей качества мяса.
3. Классификация мяса по степени свежести.
4. Технологические приемы торможения и предотвращения микробной порчи мяса и мясопродуктов.
5. Понятие о концепции барьерной технологии пищевых продуктов. Важнейшие факторы (барьеры) и их возможные комбинации.

Тема 2.10 Санитарно-гигиенические требования при производстве мясных изделий

1. Источники микрофлоры мяса и мясопродуктов.
2. Санитарно-гигиенические требования при производстве мясопродуктов. Влияние остаточной микрофлоры на качество консервов.
3. Санитарно-гигиенические требования при производстве колбасных изделий.

1. Источники микрофлоры мяса и мясопродуктов

Известны два пути обсеменения микроорганизмами органов и тканей животных: эндогенный и экзогенный.

Прижизненное эндогенное микробное обсеменение органов и тканей происходит у животных, больных инфекционными, инвазионными и незаразными заболеваниями, органы и ткани которых содержат возбудителя болезни (сальмонеллеза, рожи свиней, лептоспироза, листериоза).

У здоровых животных **эндогенное прижизненное** микробное обсеменение органов и тканей происходит при ослаблении естественной резистентности организма под влиянием различных неблагоприятных факторов: стрессы, утомление при транспортировке, голодание,

переохлаждение, травмы. В результате ослабления сопротивляемости создаются благоприятные условия для проникновения микроорганизмов из кишечника через лимфатические и кровеносные сосуды в органы и ткани.

Посмертное эндогенное обсеменение органов и тканей начинается в момент убоя. Кровь, вытекающая из артерий, частично обратно засасывается через вены, при этом в кровяное русло с поверхности кожи, шерсти попадают бактерии, которые разносятся по органам и мышцам животного. Обсеменение поверхности мяса происходит при снятии шкуры и разделке туши. После смерти животного, стенки кишечника становятся легко проницаемы, для микробов содержащихся в кишечнике, и они проникают в окружающие ткани. При повреждении кишечника происходит чрезвычайно сильное загрязнение мяса, подвижные микробы могут проникать в глубокие слои мяса при последующей транспортировке и хранении.

Экзогенное загрязнение мяса происходит при выполнении технологиче-

ских операций разделки мясных туш. Источниками микробного обсеменения могут служить кожный покров животных, воздух, оборудование, руки и инструменты рабочих, а так же вода, используемая для зачистки туш.

На поверхности мясных туш в основном встречаются бактерии группы кишечной палочки, стафилококки и стрептококки, различные виды гнилостных аэробных бацилл, анаэробные клостридий, молочнокислые бактерии, дрожжи и плесневые грибы.

Изменение микрофлоры мяса при холодильном хранении. В процессе холодильного хранения в зависимости от температурных режимов хранения охлажденного и мороженого мяса происходят изменения количественного и группового состава микрофлоры, размножение которой может вызвать порчу продукта.

На поверхности туши находятся различные виды бактерий, которые могут быть представлены мезофилами, термофилами и психрофилами, т.е. микроорганизмами, имеющими неодинаковые температурные пределы роста.

В глубине охлажденного мяса температура должна достигать 0-4⁰С. В таком мясе в процессе длительного хранения могут развиваться только психрофилы.

Термофилы и большинство мезофильных бактерий, которые не развиваются при низких температурах, полностью приостанавливают свою жизнедеятельность, переходя в анабиоз. Но некоторые патогенные и токсигенные бактерии из группы мезофилов длительное время сохраняют жизнеспособность при низких температурах (возбудители листериоза, ботулизма).

Размножение микроорганизмов в мясе при низких температурах проходит ряд фаз (лаг-фазу или фазу задержки роста, логарифмическую фазу, максимальную стационарную и фазу отмирания). В начальный период хранения охлажденного мяса психрофильные бактерии, находясь в лаг-фазе, некоторое время не размножаются. В этот период количественный и качественный состав микрофлоры мяса почти не изменяется. Продолжительность фазы задержки роста зависит от скорости охлаждения, температуры и влажности воздуха при хранении мяса, а также от степени обсемененности микробами мясных туш, поступивших на хранение.

По истечении лаг-фазы, психрофильные бактерии начинают усиленно размножаться, и их количество возрастает. Психрофильные микроорганизмы, способные активно размножаться, со временем становятся преобладающими в составе продуктов, хранящихся в данных условиях.

На охлажденном мясе в аэробных условиях хранения размножаются не споровые грамотрицательные бактерии, а также плесневые грибы и дрожжи. Активность развития той или иной группы зависит от температуры и влажности окружающей среды. Так, при неблагоприятных условиях для развития психрофильных аэробных бактерий (пониженная влажность и более низкая температура хранения), наблюдается активный рост плесневых грибов и аэробных дрожжей, которые имеют более низкие температурные пределы роста и менее требовательны к влажности.

При активном размножении микроорганизмов в результате их жизнедеятельности в конце стационарной фазы может наступить порча охлажденного мяса: ослизнение, гниение, кислотное брожение, пигментация, плесневение.

Ослизнение мяса является одним из наиболее часто встречающихся видов порчи охлажденного мяса при его хранении и транспортировке. Ослизнение появляется обычно в начальные периоды хранения, когда на поверхности мясных туш образуется сплошной слизистый налет, состоящий из различных бактерий, дрожжей и других микроорганизмов. Слизь становится заметной, когда количество бактерий на 1 см² поверхности мяса увеличивается до 10⁷. При повышении температуры выше 5⁰С размножаются микрококки, стрептококки, актиномицеты, некоторые гнилостные и другие мезофильные микроорганизмы (E.coli, Proteus, Streptococcus, B.subtilis, B.mesentericus, B.mycoides, B.cereus, Pseudomonas).

Гниение происходит при хранении мяса с признаками ослизнения. Процесс гниения вызывают различные аэробные и факультативно-анаэробные, не образующие спор бактерии (вульгарный протей, флуоресцирующие бактерии), спорообразующие аэробные (сенная палочка, картофельная палочка) и анаэробные клостридии. Гниение мяса может происходить в аэробных и анаэробных условиях. В процессе гниения под влиянием протеолитических ферментов происходит постепенный распад белков мяса с образованием неорганических конечных продуктов – аммиака, сероводорода, индола, скатола, приводящих к накоплению токсических продуктов, плохим органолептическим показателям и непригодности продуктов для употребления. В зависимости от результатов ветеринарно-санитарной оценки и лабораторных исследований мясо направляют на утилизацию.

Кислотное брожение сопровождается появлением неприятного, кислого запаха, зеленовато-серой окраски на разрезе и размягчением мышечной ткани. Этому виду порчи чаще подвергается печень, характеризующаяся высоким содержанием гликогена. Этот порок происходит под влиянием психрофильных дрожжей и молочнокислых бактерий, в результате жизнедеятельности которых образуются кислоты. Образованные продукты брожения задерживают развитие гнилостных микробов, но создают благоприятные условия для плесневых грибов.

Плесневение происходит при низкой температуре хранения и в условиях пониженной влажности, так как плесневые грибы (Mucor, Penicillium, Aspergillus) менее требовательны к влажности и имеют более низкие температурные пределы роста, чем аэробные бактерии. На поверхности мяса появляются колонии плесневых грибов, окрашенных в зеленый, белый и черные цвета. При невозможности полностью очистить мясо от налета плесени его направляют на утилизацию.

Мороженое мясо. При замораживании мяса происходит гибель значительного количества микроорганизмов. Количество погибших бактерий зависит от скорости и степени понижения температуры. Чем ниже температура (-20⁰С), тем больше погибает микроорганизмов. При медленном неглубоком замораживании (-10⁰С) микроорганизмов погибает меньше. Устойчивы к действию низких температур энтерококки и стафилококки, а наиболее устойчивыми оказались плесени и дрожжи. В процессе хранения мороженого мяса отмирание микроорганизмов, выживших при замораживании, замедляется. Скорость отмирания бактерий при хранении мороженого мяса находится в обратной зави-

симости от температуры: чем ниже температура, тем медленнее происходит отмирание. Но полного отмирания микроорганизмов в мороженом мясе не происходит, даже после длительного хранения замороженного мяса оно не становится стерильным и может содержать много живых сапрофитных микроорганизмов – возбудителей порчи, а иногда и патогенных бактерий.

Микроорганизмы, выжившие в процессе хранения мороженого мяса, при его оттаивании начинают размножаться в благоприятных условиях.

Консервирование мяса. Мясо – скоропортящийся продукт, чтобы его сохранить, применяют разные способы консервирования (физические и химические). К физическим способам относится консервирование мяса низкой или высокой температурой.

Консервирование мяса низкой температурой. Пищевые продукты в замороженном виде могут сохраняться длительное время. В процессе замораживания продукта часть микробов погибает, остальные переходят в анабиотическое состояние. Таким образом, низкая температура не стерилизует продукт, а лишь замедляет развитие в нем микробиологических процессов

Размораживание (дефростация) мяса. Перед употреблением мясо размораживают при температуре от 1 до 8⁰С. Дефростированное мясо менее стойко, т.к. образовавшиеся при замораживании кристаллы льда разрывают мышечную ткань. Чтобы кристаллы меньше травмировали клетки ткани, мясо следует замораживать быстро при температуре минус 20⁰С. Количество микробов в дефростированном мясе быстро возрастает, поэтому такой продукт надо немедленно реализовать.

Консервирование мяса сушкой. Сушка – один из самых старых способов сохранения мяса. В настоящее время применяют самый совершенный метод – сублимацию (лиофильный метод), т.е. обезвоживание в вакууме, предварительно замороженных продуктов, путем возгонки льда в парообразное состояние, минуя жидкую фазу. Температура сушки должна быть ниже температуры денатурации белков и на выходе из сушилки составлять 55-70⁰С. Продукты, высушенные таким способом очень быстро (за 20 мин) восстанавливают свои первоначальные свойства и почти полностью сохраняют биологическую ценность. Содержание в мясе до 10% влаги препятствует размножению бактерий, а до 7% - создает неблагоприятные условия для развития даже плесневых грибов. Высушенное мясо следует предохранять от попадания микробов, т.к. с повышением влажности они быстро начинают размножаться и приводят продукт к порче.

Консервирование мяса высокой температурой (баночные консервы). Для консервирования применяют бактериально чистое мясо. Время и температура стерилизации зависит от количества микробов (особенно спорообразующих) в продукте. Наиболее устойчивы к высокой температуре споры *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus*, *Cl.botulinum*. С увеличением числа спор в одном и том же объеме среды время стерилизации увеличивается.

Споры *Cl. botulinum* – самые опасные, т.к. выдерживают 3-6 часовое кипячение, а после превращения в вегетативные клетки продуцируют сильнейший токсин. На образование токсина влияют рН среды, количество жира и поваренной соли в среде.

В стерилизованных консервах все-таки остается некоторое количество спор, поэтому необходимо обязательно проводить микробиологический контроль. С этой целью до 10% продукции помещают на 10 дней в термостатную камеру при 37⁰С. Если в консервах сохранились бациллы, то часть их прорастает и в результате их жизнедеятельности выделяется газ, вызывающий бомбаж (вздутие) банок.

Химические способы консервирования. Посол – один из древнейших и широко распространенных способов сохранения мяса. Он основан на свойстве соли повышать осмотическое давление, создавать плазмолиз и тем самым ингибировать микробиологические процессы. В состав рассола, кроме соли, входят нитраты (селитра), сахар. Все эти вещества во время посола проникают в мышечную ткань и обуславливают сложный физико-химический процесс. Нитраты под действием денитрифицирующих бактерий переходят в нитриты, которые придают обесцвеченному солью мясу нормальный красный цвет, не исчезающий при варке.

В процессе посола из мяса в рассол диффундируют белки, экстрактивные вещества, некоторые из водорастворимых витаминов. В такой среде начинают развиваться галофилы – микробы, выдерживающие высокие концентрации поваренной соли. Они часто являются причиной порчи продукта, в рассоле могут находиться до 40 видов различных микроорганизмов: *Micrococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Proteus*, *Escherichia*, *Pseudomonas*. Грамположительные бактерии представлены *Bacillus*, реже *Clostridium* и плесневыми грибами.

Копчение мяса проводят также с целью сохранения продукта. Кроме потери воды, мясо при копчении подвергается воздействию продуктов сухой перегонки дерева (фенол, крезол, скипидар, древесный спирт, формальдегид, смолы, низкомолекулярные кислоты – уксусная, муравьиная, пропионовая и др.), которые действуют бактерицидно.

В процессе копчения мясные продукты приобретают специфический вкус и аромат. Из всех видов самый эффективный холодный метод копчения при температуре 18-22⁰С (3-7 суток), консервирующие вещества при этом глубже проникают в мясо и тем самым повышают его стойкость при хранении. Копчению можно подвергать мясо только от здоровых животных, так как возбудитель туберкулеза, рожи свиней под действием продуктов сухой перегонки дерева не погибают.

2. Санитарно-гигиенические требования при производстве мясопродуктов Влияние остаточной микрофлоры на качество консервов

Мясные полуфабрикаты – это сырые мясопродукты, подготовленные к термической обработке (варке, жарке). Централизованное производство полуфабрикатов на современных предприятиях в виде порций в гигиенической упаковке ведет к снижению себестоимости порционных блюд, а также повышает производительность труда и культуру обслуживания на предприятиях торгового и общественного питания, способствует развитию прогрессивных методов

реализации мясных продуктов и облегчает технологию приготовления птицы в домашних условиях.

Требования к сырью

Мясо является одним из наиболее ценных продуктов питания человека. Оно необходимо человеку как материал для построения тканей организма, синтеза и обмена веществ, как источник энергии.

Необходимость удовлетворения растущих потребностей населения в продуктах высокого качества (с хорошим товарным видом, вкусовыми, кулинарными и технологическими свойствами, а также высокой пищевой ценностью) требуют глубоких исследований свойства мяса как сырья для производства мясных продуктов с использованием современных лабораторных (физико-химических, микробиологических, токсикологических и др.) методов.

Для оценки качества мяса и мясных продуктов предложены и используются на практике различные показатели:

- характеризующие пищевую ценность – содержание белков, жира, витаминов (особенно группы В), углеводов, макро- и микроэлементов;
- органолептические – внешний вид, цвет, мраморность, структура, вкус, запах, консистенция, сочность;
- санитарно-гигиенические, определяющие безвредность продукта, – отсутствие патогенной микрофлоры, солей тяжелых металлов, нитрита, пестицидов и других вредных веществ;
- технологические – водосвязывающая способность, консистенция, рН, содержание соединительной ткани и жира.

Потребитель составляет первичное суждение о качестве по следующим признакам: внешнему виду, цвету, запаху, массе образца, упаковке.

Качество и потребительские достоинства мяса и мясопродуктов обусловлены, прежде всего, свойствами исходного сырья. В настоящее время наука о мясе и мясопродуктах располагает экспериментальными и аналитическими данными, позволяющими объяснить сущность и значение многих важнейших и сложных технологических процессов, а также предвидеть направление их дальнейшего совершенствования с целью получения продуктов высокого качества.

При поступлении на мясокомбинаты сырья (говядины, свинины, баранины, субпродуктов, мяса птицы и др.) с других предприятий врач ветеринарной медицины тщательно проверяет сопроводительные документы (ветеринарное свидетельство и удостоверение о качестве), в которых должно быть указано санитарное благополучие и качество доставленного сырья.

После ознакомления с документацией ветврач осматривает всю партию поступившего сырья, определяет его свежесть, цвет, консистенцию, запах мышечной ткани на разрезе, наличие загрязнений и патологических изменений в тканях. Измеряет температуру сырья в толще мышцы бедренной части на глубине не менее 6 см от поверхности. Охлажденные мясопродукты должны иметь температуру в толще от 0 до 4°С. Для измерения температуры используют электрический термометр (СП-17), вмонтированный в металлическую оправу или другие аналогичные приборы.

Результаты контроля поступившей документации и первичного осмотра сырья регистрируют в специальном журнале.

При разгрузке мяса из грузовых вагонов (рефрижераторов) или авторефрижераторов ветврач предприятия проводит более детальный осмотр отдельных туш, полутуш, частей туш. Особое внимание обращается на состояние поверхности мяса (цвет корочки подсыхания, запах, вид на разрезе, консистенция). В тушах крупного рогатого скота осматривают затылочную впадину, нижнюю поверхность шеи и область лопатки, брюшные мускулы, задний край бедра, плевру и брюшину.

В бараньих и свиных тушах осматривают серозные оболочки грудной и брюшной полостей, место зареза и поверхность туши между конечностями, область шеи и линию распила свиных полутуш.

В тушках птиц осматривают участки в паху и около гузки, а также участки загрязнения или разрыва кожи, удаления пера.

Субпродукты должны быть тщательно обработаны, промыты и очищены от прирезей. Свежесть субпродуктов определяют по внешнему виду: вид и цвет продукта на поверхности и внутри, консистенция, запах и цвет, состояние жира, сухожилий и других тканей.

Кроме этого, ветврач определяет на тушах наличие знаков ветсанэкспертизы (клейм), а также соответствие их видовой и товарной характеристике.

После осмотра и окончательного приема мясопродуктов на холодильник врач указывает в приемных документах направление продукции, сроки и режим ее хранения до переработки, соблюдение необходимых санитарно-гигиенических мер. В процессе хранения продукция ежедневно подвергается санитарному осмотру, выборочно проводится измерение температуры (0-4°C) в глубоких слоях охлажденного сырья. Превышение указанных температур способствует развитию микрофлоры и появлению первичных признаков порчи мяса.

Кроме мясного сырья, для мясных полуфабрикатов используются различные виды вспомогательного сырья. К этому сырью относятся посолочные ингредиенты, белковые стабилизаторы, молочные продукты, пряности, яйцепродукты и ряд других видов. Эти виды сырья могут быть источником обсеменения готовых продуктов микроорганизмами, вызвать возникновение специфического неприятного вкуса и запаха. Поэтому каждую партию вспомогательных пищевых видов сырья и материалов контролируют. При этом проверяют документы поставщиков, качество и соответствие продуктов и материалов требованиям ГОСТов и ТУ, а в случаях сомнения в их доброкачественности отбирают пробы и направляют в лабораторию для анализов.

Требования к помещениям и оборудованию

Производство полуфабрикатов и кулинарных изделий требует систематического соблюдения в цехах высокой санитарной культуры. Нарушение санитарно-гигиенических требований сказывается на качестве пищевых изделий. Уменьшается срок их хранения, а в некоторых случаях они приводят к заболеванию людей, которые употребляют в пищу такие продукты.

Поэтому наряду с повседневным контролем общего санитарного режима

необходимо обращать внимание на выполнение санитарно-гигиенических норм, относящихся к проектированию, строительству, монтажу и техническому оснащению производственных помещений и оборудования полуфабрикатных цехов и отделений.

Помещения должны быть обеспечены достаточным освещением, механической или смешанной вентиляцией с хорошим воздухообменом и притоком чистого наружного воздуха. В цехах, граничащих с холодильником, стены, полы и потолки должны иметь теплоизоляцию.

В производственных помещениях при изготовлении полуфабрикатов необходимо соблюдать соответствующие температурные режимы: в отделении сырья – 0-4°C, в технологическом отделении – 12°C, в экспедиции – не выше 6°C, относительную влажность поддерживают в пределах 75%.

В связи с высокими гигиеническими требованиями на всех этапах производства рабочие места, где происходит контакт рук персонала, инструментов с неупакованными продуктами, следует оборудовать смесителями с раковинами и подводом горячей и холодной воды, а также устройствами для санитарной обработки инструментов. За чистоту рабочего места и своего оборудования отвечает работающий на нем персонал. Каждая смена обязана содержать оборудование в чистоте и передавать под контролем мастера другой смене рабочие места в хорошем санитарном состоянии.

Кроме ежедневной промывки и обработки полов, оборудования и инвентаря горячей водой и щелочными растворами, важную роль в цехах и отделениях играет профилактическая дезинфекция, которая должна производиться не реже одного раза в неделю.

После уборки и дезинфекции (до начала работы) производят отбор смывов с оборудования, инвентаря, инструментов, спецодежды и рук рабочих для проведения бактериологического анализа с профилактической целью. Эти исследования практикуют не реже двух раз в месяц или чаще по требованию санитарного надзора.

При обнаружении значительного микробного обсеменения и особенно кишечной палочки и протей останавливают работу отделения (участки), угрожающего доброкачественности продукции, до устранения антисанитарного состояния, а также приведения в норму температуры, влажности помещений и всего технологического процесса.

Особое место в контроле за качеством готовой продукции занимает предупреждение попадания посторонних предметов (металла, гаек, стекла, бумаги, плитки, штукатурки и др.) в изделия. Так, на время ремонта помещений прекращают выработку продукции или выгораживают место ремонта ширмами.

Распаковывают материалы, специи, меланж и другие продукты за пределами производственных помещений и немедленно убирают тару, мешки, бумагу и другие упаковочные материалы.

Не реже одного раза в неделю проверяют порядок проведения в цехах мероприятий по дезинфекции и дератизации: засетченность окон, заделка нор, уничтожение очагов выплода мух, кожееда, моли и других вредителей.

Все стеклянные бьющиеся предметы: электролампы, плафоны, абажуры,

термометры, стеклянная посуда, оконные и дверные стекла, бачки, кружки и т.д. в помещениях должны быть на учете у начальника цеха.

В случае обнаружения посторонних предметов подозрительную партию сырья, полуфабрикатов или готовой продукции задерживают, вопрос о реализации этой продукции разрешается комиссией с участием санитарного надзора.

Требования к технологическим процессам

Технология изготовления мясных полуфабрикатов состоит из ряда операций: разделки туш, обвалки и жиловки мяса, процессов механической и холодильной обработки.

К сырью для производства полуфабрикатов предъявляются высокие требования. При поступлении из холодильника охлажденное мясо (туши) в обязательном порядке подвергается ветеринарному осмотру, санитарной обработке, с туш срезаются оттиски клейм. При выработке полуфабрикатов не разрешается использовать сырье сомнительной свежести, с потемнением мышечной ткани, наличием загрязнений, кровоподтеков и травм.

После осмотра и санитарной обработки туши разделяют на части или отруби в зависимости от производственного назначения партии мяса. Качество разделки туш проверяет мастер, технолог и контролер службы ветмедицины.

Обвалку (отделение мышечной и жировой тканей от костей) производят вручную в помещении с температурой воздуха до 12°C. При обвалке не допускается накопление обработанного мяса, так как поверхность разреза мышечной ткани представляет собой хорошую питательную среду для развития микрофлоры. В случае обнаружения патологических изменений (кровоизлияния, абсцессы, опухоли и др.) пораженные участки удаляются, мясо подвергается зачистке и после осмотра ветврачом направляется на дальнейшую переработку.

При жиловке отделяют от мышечной ткани сухожилия, жир и кровеносные сосуды. При этом не допускается накопление в цехах жилованного сырья. Так как во время жиловки и после ее окончания имеется большой контакт мяса с оборудованием, инвентарем и другими предметами. В цехах создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов. Обычно мышечная ткань при ненарушенной ее целостности представляет собой значительное препятствие для внедрения микробов с поверхности мясной туши в толщу. При выполнении различных операций мышечная ткань обнажается и измельчается, вследствие чего увеличивается площадь соприкосновения с внешней средой и неизбежно попадание в мясо различных сапрофитных и условно-патогенных (кишечная палочка, протей, дрожжи, стафилококки и др.), а иногда и патогенных (сальмонеллы) микробов. Микроорганизмы попадают в мясо через руки рабочих, спецодежду, инструменты, поэтому жилованное мясо необходимо быстро направлять на дальнейшую переработку и немедленное охлаждение.

При изготовлении полуфабрикатов важное значение имеют правильное отделение отрубов, нарезка на порции, соблюдение массы порции, соотношение в порциях мяса, костей и соединительной ткани, качество упаковки и тары. При таких приемах обработки, как распиловка и разруб туш, нарезание ломтиками и измельчение, увеличивается отношение поверхности к объему. При

этом поверхность сырья дополнительно обсеменяется, на ней протекают физические и химические процессы, способствующие снижению стойкости готового продукта. При сравнении сроков хранения мяса, нарезанного ломтиками, рубленого и измельченного установлено, что минимальные сроки хранения выдерживает измельченное мясо.

По виду мяса полуфабрикаты классифицируются на говяжьи, бараньи, свиные, телячьи и из мяса птицы. По способу предварительной обработки и кулинарному назначению полуфабрикаты делят на натуральные, панированные, рубленые, фрикадельки, пельмени и мясной фарш. Для предприятий общественного питания выпускают крупнокусковые полуфабрикаты, представляющие собой части туш, из которых удалены кости, сухожилия и грубая соединительная ткань.

Натуральные полуфабрикаты изготавливают из мяса лучшего качества и охлажденного до необходимой температуры, их делят на порционные и мелкокусковые.

Порционные состоят из одного или двух кусков мяса одинакового размера и массы. Их нарезают поперек волокон или под углом 45° . При такой нарезке ускоряется кулинарная обработка и облегчается резание и пережевывание готовых изделий. Для изготовления порционных полуфабрикатов используют наиболее нежные части туши: филейную вырезку, длиннейший мускул спины и некоторые мышцы заднезапоявой части. Мелкокусковые полуфабрикаты готовят из мяса, оставшегося после нарезания порционных или других изделий. Их фасуют массой 250, 500 и 1000 г и упаковывают в прозрачные пленочные материалы.

Панированные полуфабрикаты изготавливают из охлажденного или замороженного мяса. Нарезанные поперек волокон порции несколько разрыхляют отбивкой для придания им большой нежности. Для предотвращения вытекания мясного сока при жарении изделия смачивают взбитой яичной массой, а затем обваливают в сухарной муке (панируют). При жарении на мясе образуется корочка из яичной массы и сухарей, которая сохраняет мясной сок от вытекания, испарения и способствует большей сочности жареного продукта. Рубленые полуфабрикаты – это изделия, изготовленные из мясного фарша с добавлением хлеба или без него. К замороженным мясным полуфабрикатам относят пельмени и фрикадельки. Пельмени вырабатывают из теста, начиненного мясным фаршем из говядины и свинины в количестве 55-57% к массе пельменей. Для улучшения вкусовых свойств в фарш добавляют яйца, лук, перец, соль и сахар.

Температуру готовых полуфабрикатов (особенно рубленых после формовки) необходимо поддерживать не выше 8°C . Упаковка является дополнительным техническим средством, позволяющим увеличить продолжительность хранения и сберечь качество мясных изделий, а также охлажденного и мороженого мяса. Применяются несколько способов упаковки: вакуумная, герметическая, упаковка мяса, помещенного в пакет, упаковка и закладка мяса в пакете с последующей герметизацией, обертывание мяса в полимерную пленку.

Упаковка полуфабрикатов должна быть прочной и герметичной, чтобы изолировать продукт от нежелательного воздействия внешних факторов, а также прозрачной и бесцветной, что позволяет покупателю контролировать каче-

ство продукта. Вместе с тем упаковка должна быть увлекательно оформлена с нанесением на поверхность всех необходимых сведений о продукте.

За последние годы значительно расширился ассортимент упаковочных материалов. Наряду с традиционными целлофаном и полиэтиленом используются новые материалы: поливинилхлорид, полистирол, креханол и комбинированные многослойные материалы.

Применение упаковки позволяет снизить усушку полуфабрикатов из мяса в процессе хранения. Для удлинения сроков хранения, транспортировки на дальние расстояния особое значение приобретает производство натуральных быстрозамороженных полуфабрикатов, упакованных в полимерные пленки. Применяются прогрессивные способы упаковки на механизированном упаковочном оборудовании.

Ветеринарно-санитарный контроль готовой продукции полуфабрикатов основывается главным образом на оценке органолептических показателей. При оценке качества осматривают не менее 10% ящиков в партии. Продукты должны быть свежими, а их поверхность необветренной. Толщина и форма порционных полуфабрикатов должна соответствовать ОСТам и ТУ. Запрещается выпускать изделия с увлажненной или липкой поверхностью, несвойственным цветом и запахом. Все выработанные за смену полуфабрикаты дегустируют. При получении неудовлетворительной оценки по органолептическим показателям проводят повторное исследование продукции. Физико-химические и микробиологические лабораторные исследования проводят периодически или при выявлении замечаний при органолептической оценке.

На полуфабрикаты, отвечающие требованиям нормативно-технической документации, ветслужба предприятия выдает удостоверение о качестве или ставит штамп на накладных с подтверждением доброкачественности, даты и часа выпуска, сроков хранения и реализации.

Сроки хранения и реализации для мясных полуфабрикатов (в часах) при 4-8°C различны: крупнокусковые – 48; порционные и мясо фасованное – 36; мелкокусковые и шашлык маринованный – 24; котлеты – 12; набор из мяса птицы – 48.

Общий срок хранения (при температуре не выше 6°C) исчисляют с момента завершения технологического процесса изготовления продукции на предприятии. В него входит продолжительность хранения продукции на предприятии-изготовителе, нахождения в пути при транспортировке, хранении на складах и базах торговой сети, в магазинах или на предприятиях общественного питания до момента отпуска потребителю.

Санитарно-гигиенические требования при производстве колбасных изделий

Гигиене и санитарии в колбасно-кулинарном производстве придают исключительно большое значение. Нарушение санитарно-гигиенических режимов производства может привести к снижению качества выпускаемой продукции и возникновению пищевых отравлений у потребителей.

Соблюдение санитарно-гигиенических требований при проектировании, строительстве и содержании предприятий во многом определяет уровень производства колбасных изделий. В колбасном производстве в зависимости от его мощности имеются следующие изолированные помещения: накопитель сырья; размораживания сырья; зачистки туш; разделки мясных отрубов, обвалки и жиловки мяса; посола сырья; приготовления фарша; подготовки кишечной оболочки (при мощности цеха менее 3т в смену допускается подготавливать кишечную оболочку в отделении приготовления фарша на участке, отделенном от остального помещения цеха перегородкой высотой не менее 2 м); шприцовочное отделение; осадочная камера термического отделения; дымогенераторная и топочная камеры; охлаждения колбасных изделий; хранения готовой продукции; сушильное отделение; санитарной обработки оборотной тары; фасования и упаковывания колбасных изделий; экспедиция; отделения хранения соли, специй и других материалов; централизованного приготовления дезинфицирующих и моющих растворов (Руководство по ветеринарно-санитарной экспертизе и гигиене производства мяса и мясопродуктов - 1994).

Отдельные помещения предусматривают для выработки изделий из субпродуктов и крови. Если субпродуктов вырабатывают менее 0,3т в смену, то их изготавливают в общих помещениях колбасного производства. Кроме того, на колбасном заводе (цехе) должны быть помещения для очистки рам, хранения уборочного инвентаря (его размещают на дальних от производственного процесса участках). На участках, где температура не превышает 12 °С и выполняют производственные операции по обвалке, жиловке, выработке полуфабрикатов из замороженного, размороженного и охлажденного сырья, предусматривают устройства для обогрева рук.

Высота помещений составляет не менее 3,35 м. Полы выстилают метлахской плиткой, белокаменными плитами или пластобетоном (нескользкий полимерный бетон). В осадочной камере и камере хранения колбасных изделий допускаются асфальтовые полы. Стены облицовывают глазурованной плиткой на всю высоту помещений.

Полы, стены, вентиляционные и другие отверстия должны быть непроницаемы для грызунов. Для хранения пищевой соли, специй и других вспомогательных материалов оборудуют специальные помещения.

На колбасных заводах цехи полуфабрикатов сообщаются с холодильником и цехом убоя скота и разделки туш только через место поступления сырья в обвалочное отделение. Внутри цехов не допускается встречных потоков готовых изделий и сырья. Оборудование размещают так, чтобы оно не затрудняло движения транспортных средств и не мешало проведению санитарной обработки производственных помещений. Внутрицеховой транспорт и подвесные ковши закрепляют за отдельными видами продукции или за отделениями цеха, их соответственно маркируют.

Освещение, температура воздуха и относительная влажность в производственных помещениях должны соответствовать санитарным нормам проектирования предприятий мясной промышленности. Соблюдение этих норм контролируют с помощью специальной аппаратуры (термометры, психрометры).

Технологическое оборудование изготавливают из материалов, не оказывающих вредного воздействия на продукцию (химически устойчивые, водонепроницаемые и не подвергающиеся коррозии). Кроме того, материалы должны легко очищаться, промываться и дезинфицироваться.

Снаружи технологическое оборудование окрашивают краской светлых тонов. Для защиты металлических поверхностей оборудования и инвентаря от коррозии можно применять покрытия на основе эпоксидных смол ЭД-5 и ЭД-6, лака ХС-76. Различные емкости (чаны, ванны, тележки, ковши и др.) изготавливают из коррозиестойкой стали, алюминия, бетона, некоторых синтетических материалов, использование которых разрешено органами Государственного санитарного надзора. Поверхность этих емкостей должна быть гладкой, хорошо подвергаться очистке, мойке и дезинфекции. Трубопроводы и спуски изготавливают разборными, чтобы можно было быстро и легко их демонтировать, очищать и дезинфицировать. Различную аппаратуру, машины, ванны и другие емкости, предназначенные для обработки пищевых продуктов, отвода промывных вод, не разрешается соединять непосредственно с канализацией, их соединяют с помощью сифонов или воронок с разрывом струи.

Рабочая поверхность столов в колбасном производстве должна быть гладкой. Их изготавливают из коррозиестойкой стали, мраморной крошки и некоторых синтетических материалов, применение которых разрешено органами Государственного санитарного надзора. Для обвалки и жиловки мяса на столах размещают доски из твердых пород дерева или синтетических материалов.

Все работники, занятые производством колбасных изделий обязаны ознакомиться с правилами предупреждения попадания посторонних предметов в выпускаемую продукцию. На санитарной одежде персонала, а также в волосах не должно быть булавок, заколок и других предметов. В этих цехах запрещено носить часы, кольца, перстни, серьги и другие украшения.

Для предупреждения попадания стекла в выпускаемую продукцию все электрические лампы, плафоны, термометры, оконные и стенные стекла берут на учет, целостность их систематически проверяют. Электрические лампы должны иметь плафоны с металлическими ограждениями.

Для предупреждения попадания кусков штукатурки, плитки и других предметов в продукцию помещения цехов своевременно ремонтируют. Если ремонтируют все помещение, производственный процесс в нем останавливают; если же ремонтируют отдельные участки, то их отгораживают.

На предприятиях мясной промышленности большое значение придают профилактике попадания металла в вырабатываемые продукты. Для этого не реже одного раза в неделю проверяют целостность металлических решеток на окнах и вентиляционных отверстиях. Контроль за металлическими частями оборудования и аппаратуры проводят систематически. Если выявляют поломанное оборудование и имеется подозрение на попадание металлических частей в продукты, то всю партию выработанной продукции исследуют на рентгеновских или других металлообнаруживающих установках. Фарш исследуют в деревянных противнях разложенным толщиной 8-10 см, готовые мясные продукты - в подвешенном состоянии или на противнях.

Вспомогательные пищевые материалы (соль, специи и др.) освобождают от тары вне помещения цеха, упаковочный материал (ящики, доски, гвозди и мешки) немедленно удаляют, так как не исключается возможность попадания в вырабатываемую продукцию.

Большое санитарно-гигиеническое значение имеет контроль технологических процессов на всех этапах изготовления колбасных изделий. Особое влияние на качество продукции и благополучие ее для здоровья потребителей оказывает санитарное состояние сырья. Для выработки колбасных изделий используют мясо от здоровых животных. Опасность представляет загрязненное, с признаками ослизнения мясо. Поэтому в колбасно-кулинарное производство не допускают плохо зачищенное, загрязненное мясо с признаками ослизнения и заплесневения, а также мясо с несвойственными ему цветом, запахом и консистенцией.

Перед использованием в производстве проверяют качество вспомогательных пищевых материалов (соли, крахмала, яиц и яичных продуктов, муки, молока и др.), так как они могут быть причиной выпуска некачественной или опасной для здоровья людей продукции. При изготовлении колбасных изделий запрещено использовать вспомогательные материалы, обладающие необычными для того или иного вида свойствами. Например, для производства колбасных изделий не допускаются известкованные яйца, яйца с пятнами под скорлупой, с кровяными кольцами.

При обвалке и жиловке обнаруженные кровоизлияния, абсцессы, опухоли, измененные участки мышечной и других тканей удаляют и на пищевые цели не используют.

В процессе обвалки и жиловки мясо измельчают на куски. При этом поверхность разреза загрязняется микроорганизмами.

Для снижения скорости размножения микрофлоры мясо немедленно удаляют из сырьевого отделения, направляя на дальнейшую переработку. (Бочаров Д.А.)

Контрольные вопросы

1. Какие способы обсеменения мяса и мясных продуктов вы знаете?
2. Назовите санитарно-гигиенические требования при производстве мясосопродуктов.
3. Как влияет остаточная микрофлора на качество консервов?
4. Какие санитарно-гигиенические требования при производстве колбасных изделий?

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кудряшов, Л. С. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов / Л. С. Кудряшов. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 358 с.
2. Микробиологический анализ мяса, мяса птицы и яйцепродуктов / под ред. Дж. К. Мида. – СПб.: Профессия, 2008. – 412 с.
3. Рогожин, В. В. Биохимия сельскохозяйственной продукции: учеб. для вузов / В. В. Рогожин. – СПб.: ГИОРД, 2014. – 544 с.: ил.
4. Сидоров, М. А. Микробиология мяса и мясопродуктов: учебник / М. А. Сидоров. – М.: Колос, 2000. – 240 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС «Лань» » <http://e.lanbook.com/> Дата обращения: 10.03.2017. – Заглавие с экрана.
2. ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru/>. – Дата обращения: 10.03.2017. – Заглавие с экрана.

Мясопортал . Портал о животноводстве, мясе и переработке для профессионалов [Электронный ресурс]: сайт // Режим доступа http://www.myasoportal.ru/?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTsxMjExNDA0MTs3OTUzMjQ3Njg7eWFuZGV4LnJlOmR5bmFtaWM&yclid=5921573171486529599. – Дата обращения: 10.03.2017. – Заглавие с экрана.

Учебное издание

Савелькина Н. А.

**Биохимия и микробиология
мяса и мясных продуктов**

Ч.2 Техническая биохимия

Учебное пособие

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 21.02.2018 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. 7,09. Тираж 25 экз. Изд. 5524.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ