

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА МЯСА
И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ С ОСНОВАМИ
ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Учебное пособие

Владикавказ, 2021

Учебное пособие подготовлено сотрудником кафедры ветеринарной экспертизы, хирургии и акушерства ФГБОУ ВО «Горский государственный университет» профессором, д.в.н. **Ф.Н. Чеходари**

Рецензенты:

А.Т. Засеев – ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет» доцент кафедры терапии и фармакологии, к.в.н., доцент;

М.Г. Зухрабов – ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова», заведующий кафедрой терапии и клинической диагностики, д.в.н., профессор.

Чеходари Ф.Н. Физико-химические и биохимические аспекты производства мяса и мясных продуктов с основами ветеринарно-санитарной экспертизы / Учебное пособие / Ф.Н. Чеходари. – Владикавказ: Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2021, – 136с.

Учебное пособие соответствует программе по специальности «Ветеринария» и направлению подготовки «Ветеринарно-санитарная экспертиза» и предназначена для студентов факультета ветеринарной медицины и ВСЭ очного, заочного и очно-заочного отделений для самостоятельной подготовки к лабораторно-практическим занятиям.

В целях освоения и выполнения заданий на лабораторно-практических занятиях и усвоение всего программного материала, студентам рекомендуется изучить материал, литературные источники и контрольные вопросы, указанные в каждой теме.

*Учебное пособие рекомендовано к изданию
методическим советом факультета ветеринарной медицины
и ВСЭ Горского ГАУ (от 1 октября 2021г. протокол №2).*

© Чеходари Ф.Н., 2021

© Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2021

ВВЕДЕНИЕ

Производство мясных и молочных продуктов является одним из основных источников удовлетворения потребностей населения в высокобелковых продуктах питания. Присоединение Российской Федерации к Всемирной торговой организации ускорило процесс включения отрасли животноводства в глобальное экономическое пространство. В этих условиях отрасли животноводства, в том числе мясное скотоводство, должны быть конкурентоспособными (О.А. Столяров, 2015; А.С. Сайфуллин, 2018; А.О. Мулакаев, 2016).

Для того, чтобы отечественные продукты смогли конкурировать с зарубежными нужно максимально использовать новые энергосберегающие технологии и механизмы – это является одним из путей повышения эффективности животноводства.

Мясная промышленность занимает ведущее место среди всех отраслей пищевой промышленности. Организм животного перерабатывает в продукцию всего лишь 20-25% энергии корма. Примерно 30-35% энергии тратится на физиологические нужды. Даже подготовленное к скармливанию зерно усваивается организмом животного лишь на 40%, при этом значительная часть выводится с экскрементами, а молодняк сельскохозяйственных животных и птица переваривают и усваивают в пределах 20% (А.С. Сайфуллин, 2017).

Предприятия мясной промышленности выпускают многочисленную и многообразную продукцию. Кроме обширного ассортимента пищевой продукции, они изготавливают технические продукты, медицинские препараты и изделия из рога и кости.

Дальнейший рост производства мяса будет происходить не только за счет увеличения численности поголовья скота, но и повышение его продуктивности. Получить дальнейшее развитие мясного скотоводства, свиноводства, расширить товарное производство мяса на промышленной основе.

Основным сырьем для производства мяса и мясных продуктов являются крупный рогатый скот, свиньи, овцы и птица.

Главная часть мяса – скелетная поперечно-полосатая мускулатура. Наличие мышечной ткани определяет мясо, другие ткани, отделенные от мускулатуры, мясом не называются. Различают следующие категории мяса:

- 1) мясо на костях туши – полутуши, четвертины;
- 2) мясо обваленное – мышцы, отделенные от костей;
- 3) мясо жилованное – мышцы, освобожденные от видимых соединительнотканых образований, лимфатических узлов и жира.

В состав мяса входят следующие основные ткани: мышечная, жировая, костная и соединительная (сосуды связки, сухожилия, апоневрозы и др.).

Мышечная ткань – эта ткань, которая составляет в среднем 50-60% мяса. Основные показатели мышечной ткани: цвет, запах, консистенция, вкус. Цвет мышц у различных видов убойных животных отличается значительным разнообразным оттенком. Наиболее густой красный цвет присущ мясу лошади, у мелкого рогатого скота мясо кирпично-красного цвета, у крупного рогатого скота – малиново-красного, у свиней – светло-красного или красновато-серого.

Запах у мяса специфический, говядина и баранина имеют своеобразный ароматный запах, свинина имеет запах жира.

Консистенция парного мяса плотная, у охлажденного – упругая.

Вкус мяса зависит от многих факторов. Вареное и жареное мясо большинства убойных животных имеет ароматный, приятный вкус.

По анатомо-морфологическому строению мышечная ткань представляет собой многоядерную тканевую структуру.

Жировая ткань. В мясе имеется жировая ткань, накапливающая в виде больших или меньших отложений в клетках рыхлой соединительной ткани.

Мясо является одним из наиболее ценных продуктов в нашем питании. Оно необходимо человеку как материал для построения тканей организма, синтеза и обмена веществ, как источник энергии. В зависимости от индивидуальных особенностей (возраста, массы), условий труда человек расходует различное количество химической, механической и тепловой энергии. Суточная потребность в энергии, выраженная в тепловых единицах, составляет 11 900-12 750 кДж (2 850-3 043 ккал).

Необходимость удовлетворения растущих потребностей населения в мясе высокого качества – с хорошим товарным видом, вкусовыми, кулинарными и технологическими свойствами, а также высокой пищевой ценностью – требует глубоких исследований свойств мяса и мясных продуктов современными химическими и физико-химическими методами.

Качество мяса определяется комплексом показателей: сенсорных, санитарно-гигиенических и технологических, а также пищевой ценностью. Между различными показателями существует тесная связь. Одни и те же свойства мяса могут влиять на различные показатели. Например, способность мяса к водосвязыванию определяет его пригодность для технологической переработки и пищевую ценность, содержание жира является технологическим, сенсорным показателем и тоже характеризует пищевую ценность продукта. Показатели, определяющие качество мяса, можно разделить на 4 группы:

- характеризующие пищевую ценность – содержание белков, в том числе, полноценных, аминокислотный состав, содержание жира, витаминов (особенно группы В), углеводов, макро- и микроэлементов;
- органолептические – внешний вид, цвет, мраморность, структура, вкус (после тепловой обработки), запах, консистенция, сочность;

- санитарно-гигиенические, определяющие безвредность продукта – отсутствие патогенной микрофлоры, солей тяжелых металлов, нитрита, пестицидов, радионуклидов;

- технологические – водосвязывающая способность, консистенция, рН, содержание и качество соединительной ткани, содержание и состояние жира.

К показателям товарного качества относятся характеристики, обеспечивающие удобство реализации продукта, а также признаки и свойства, по которым потребитель составляет первичное суждение о его качестве. К ним относятся: внешний вид, цвет, запах, масса образца, упаковка. В связи с совершенствованием методов торговли особое значение приобретают упаковка и масса продуктов, которые, прежде всего, должны удовлетворять запросы потребителей. В настоящее время требования к качеству пищевых продуктов резко возросли. Факторы, влияющие на качество готовых мясных продуктов, могут быть объединены в 4 группы:

- прижизненные факторы – вид, порода, пол, возраст, характер откорма, состояние здоровья животных, условия транспортировки и предубойная выдержка;

- послеубойные факторы – посмертное окоченение, созревание, глубокий автолиз, гнилостное разложение, гидролиз и окислительная порча жира, плесневение, изменения цвета, запаха и другие процессы;

- совокупность технологических процессов – посол, измельчение, перемешивание, обжарка, варка, копчение, сушка и др., в результате выполнения, которых получают продукт, готовый к потреблению;

- условия хранения мяса и мясных продуктов – температура, относительная влажность, циркуляция воздуха, сроки хранения и др.

Качество и потребительные достоинства мяса и мясных продуктов обусловлены, прежде всего свойствами исходного сырья, которые должны в максимальной степени приближаться к свойствам, присущим биологическим тканям в живом организме непосредственно перед убоем. Определяющее значение имеют процессы производства, изменяющие свойства и состав исходного сырья.

В технологическом аспекте получение продуктов с заданными свойствами, управление качеством продукции в значительной степени сводится к управлению функционированием ферментной системы. Особенно необходимо учитывать результаты действия ферментов до начала процесса переработки сырья. Изучение роли ферментов – важного фактора, определяющего качество мясопродуктов, позволяет раскрыть сущность ряда технологических процессов. В настоящее время наука о мясе и мясных продуктах располагает экспериментальными и аналитическими данными, позволяющими не только объяснить сущность и значение многих важнейших и сложных технологических процессов, но и предвидеть направление их дальнейшего совершенствования с целью получения продуктов высокого качества.

1. ПИЩЕВАЯ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Пищевая и биологическая ценность мясных продуктов определяется химическим составом – содержанием белков, жиров, углеводов, экстрактивных веществ, витаминов, макро- и микроэлементов, набором и содержанием в белковых веществах незаменимых аминокислот, содержанием в жире непредельных жирных кислот. Изменение этих веществ в процессе обработки оказывает решающее влияние на качество готовых продуктов, которое определяется степенью доступности этих компонентов к воздействию ферментов желудочно-кишечного тракта, способностью усваиваться и удовлетворять определенные физиологические потребности организма.

Биологическая ценность характеризует качество белковых компонентов продукта, связанных как с переваримостью белка, такой со степенью сбалансированности его аминокислотного состава. Представление о биологической ценности основано на изучении закономерностей обмена белковых веществ.

Энергия, которая освобождается из пищевых веществ в процессе биологического окисления и используется для обеспечения физиологических функций организма, определяет энергетическую ценность пищевого продукта.

Белковый состав мяса разнообразен, но преобладают в нем полноценные белки. Липиды мяса отличаются от липидов растительных продуктов, их активность как структурного материала для построения клеток в 10-20 раз выше растительных липидов. Но незаменимых жирных кислот они содержат значительно меньше.

Пищевые достоинства мяса и мясных продуктов зависят от того, насколько они удовлетворяют потребности организма в веществах, необходимых для осуществления процессов обмена веществ и энергии. Эти свойства зависят не только от содержания в продуктах определенных веществ, но и от степени их использования организмом – от усвояемости продукта.

Усвояемость характеризуется показателем, или коэффициентом усвояемости, определяющим степень использования организмом продукта в целом или отдельных содержащихся в нем веществ или элементов.

Важным показателем пищевой ценности продукта является доброкачественность, определяемая по органолептическим и химическим показателям (цвет, вкус, запах, консистенция, определенный химический состав, отсутствие посторонних примесей, особенно веществ вредных для организма – солей тяжелых металлов, ядов, канцерогенных, других веществ, образующихся в продукте в результате его порчи, разложения и развития микрофлоры, других факторов).

Влияние органолептических свойств на пищевую ценность продукта обусловлено воздействием на органы чувств человека, возбуждением (или подавлением) секреторно-моторной деятельности пищеварительного аппарата и зависит от укоренившихся навыков и вкусов. Аромат и вкус мясных продуктов имеют столь большое значение, что в ряде случаев для их достижения применяют способы обработки, обуславливающие некоторое снижение значения других факторов пищевой ценности. Так, например, при копчении мясных продуктов усвояемость белковых веществ несколько снижается. При разработке способов обработки продукта необходимо применять такие условия и режимы, которые обеспечивают должный эффект при максимальной усвояемости белков.

Показатели, обуславливающие биологическую ценность мясных продуктов, могут существенно меняться при жестких режимах технологической обработки, приводящих к изменению структуры молекул белка, а также в процессе длительного хранения. Определение биологической ценности позволяет классифицировать полезные качества белка в зависимости от ряда факторов, которые могут изменить усвоение продуктов организмом.

Биологическую ценность различных жиров принято определять по их переваримости, влиянию на растущих животных и по ряду показателей липидного обмена.

Высоким коэффициентом переваримости считают усвоение большинства животных жиров. Усвояемость свиного жира составляет 96-98%, говяжьего – 80-84%, бараньего – 80-90%.

Контрольные вопросы

1. Пищевая ценность мяса и мясных продуктов.
2. Важный показатель пищевой ценности продукта (пищевая, биологическая и энергетическая ценность).
3. Биологическая ценность мяса и мясных продуктов.
4. Белковый состав мяса.

2. СТРОЕНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

2.1. Морфологический состав и строение мышечной ткани

В состав мяса входят следующие основные ткани: мышечная, жировая, костная и соединительная (сосуды, связки, сухожилия, апоневрозы и др.). Мышечная ткань составляет в среднем 50-60% мяса. Основные показатели мышечной ткани: цвет, запах, консистенции, вкус.

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

Поверхность мышечного волокна покрыта двухслойной оболочкой – сарколеммой. Внутри волокна по его длине расположены длинные нитеподобные образования – миофибриллы, занимающее 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 соединительной тканной оболочкой – внутренним перимизием.

Первичные пучки объединяются в пучки вторичные, третичные, которые в совокупности образуют мышцу (мускул).

Мышца окружена оболочкой – эпимизием или фасцией. Мышцы можно разделить друг от друга.

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

Контрольные вопросы

1. Морфологический состав мышечной ткани.
2. Строение мышечной ткани.
3. Значение жирных клеток в мясе.

2.2. Биохимический состав мышечной ткани

Функции мышц:

1. Передвижение тела в пространстве.
2. Перемещение частей тела относительно друг друга.
3. Поддержание позы.
4. Обеспечение работы сердечно-сосудистой, дыхательной, мочеполовой, желудочно-кишечной систем.
5. Выработка тепла.
6. Механическая защита внутренних органов.
7. Депо аминокислот, так как содержат много белков.
8. Депо воды и солей. Мышечная ткань составляет около 40% от массы тела человека, поэтому биохимические процессы, протекающие в мышцах, оказывают большое влияние на весь организм человека.
9. Функционирование мышц – механическое движение, в котором химическая энергия превращается в механическую при постоянном давлении и постоянной температуре.
10. Ни один искусственный механизм к этому не способен.
11. Основные виды мышечной ткани:
 - поперечнополосатая;
 - сердечная;
 - гладкая.

Для каждого вида характерны свои мышечные волокна, состоящие из миосимпластов и миосателлитов. Основные клетки мышечной ткани миоциты, или мышечные клетки - особый тип клеток,

составляющий основную часть мышечной ткани. Миоциты представляют собой длинные, вытянутые клетки, развивающиеся из клеток предшественников – миобластов. Существует несколько типов миоцитов: миоциты сердечной мышцы (кардиомиоциты), скелетной и гладкой мускулатуры, миоциты радужки. Каждый из этих типов обладает особыми свойствами. Так, кардиомиоциты, помимо прочего, генерируют электрические импульсы, задающие сердечный ритм. Миосимпласт (характерен для скелетных мышц) состоит из 3 компонентов: ядра (точнее множества ядер), цитоплазмы (саркоплазма) и плазмолеммы (которая покрыта базальной мембраной и называется сарколемма). Почти весь объем цитоплазмы заполнен миофибриллами – органеллами специального назначения; органеллы общего назначения – эндоплазматическая сеть, митохондрии, комплекс Гольджи, лизосомы, а также ядра смещены на периферию волокна.

2.3. Химический состав мышечной ткани

Химический состав мышечной ткани:

- вода 75-77%;
- белки 20%;
- липиды 1-3%;
- углеводы 0,5-3,0%;
- экстрактивные вещества 1,5-2,0%;
- минеральные соли 1%.

Миофибриллярные белки Миозин; основа толстых нитей Актин; белок тонких нитей Тропомиозин; белок тонких нитей.

Тропонин: белок тонких нитей Актинин, входит в 2 линию и фиксирует там тонкие нити. 3-Актинин: регулирует длину тонких нитей. МОбелок: входит в М-линию и фиксирует там толстые нити. СОбелок: регулирует длину толстых нитей. Десмин: содержится между 2 линиями соседних миофибрилл, обеспечивая совпадение границ всех их саркомеров. Белки саркоплазмы: миоглобин, ферменты гликолиза, тканевого дыхания, кальмодулин и кальсеквестрин, способные обратимо связываться с ионами кальция.

Белки стромы: коллаген и эластин. Мышцы содержат уникальный набор белков, различающихся по функции и содержанию:

- 1) сократительные: актин, миозин;
- 2) регуляторные основные: тропомиозин, тропонины (1, С, Т);

3) регуляторные минорные: миомезин, креатинкиназа, белки М, С, Е, Н, I, актинины а, р, у, филамин, патагропомиозин;

4) белки цитоскелета: тайтин-1, тайтин-2, небулин, винкулин, десмин (скелетин), виментин, синемин, г-протеин, Z-nip, дистрофии. Содержание белков Миофибриллярные (сократительные) – 45%. Саркоплазматические (миоальбумин, глобулины Х, миогены, миоглобин, нуклеопротеиды и ферменты) – 35%.

В миокарде содержится много АсАТ, АлАТ, ЛДГ1, ЛДГ2, КФК-МВ. В скелетной мышце содержится много ЛДГ3, ЛДГ4, КФК-ММ. Белки стромы (в основном коллаген и эластин) – 20%.

Белки миофибрилл:

- Миозин – 54%;
- Актин – 25%;
- Тропомиозин – 11%;
- Тропонин – 10%;
- а и р Актинины.

Контрольные вопросы

1. Функция мышц.
2. Основные виды мышечной ткани.
3. Химический состав мышечной ткани.

2.4. Строение и свойства белков мышечной ткани

2.4.1. Морфологический состав и строение мышечной ткани

Мышечная система развивается параллельно с развитием нервной системы, как ее исполнительный орган. 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.

Количественное соотношение этих трех форм белка: нативного миоглобина (Мп), оксимиоглобина (МпО₂) и метмиоглобина (MetMnB) определяют цвет мяса. Установлено, что при содержании MetMnB больше 50% от общего количества Мп в мясе. Цвет его становится серо-коричневым.

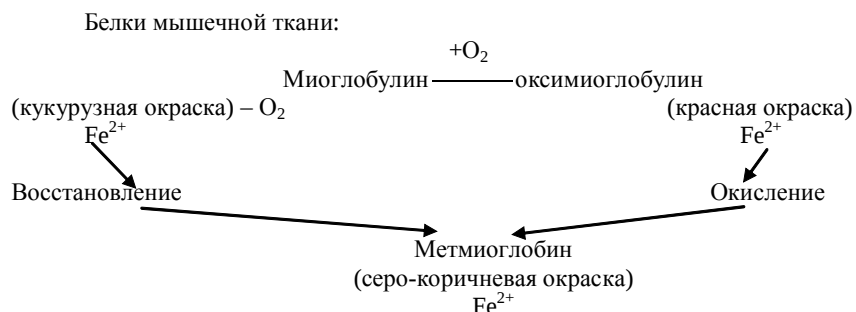


Рис. 1. Процесс восстановления метмиоглобина в миоглобин.

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

Среди белков мышечной ткани выделяют три основные группы: саркоплазматические белки, на долю которых приходится около 35%, миофибриллярные белки, составляющие около 45%, и белки стромы, количество которых достигает 20%.

Саркоплазматические белки растворимы в воде и слабых солевых растворах. Основную массу их составляют белки-ферменты, локализованные главным образом в митохондриях и катализирующие процессы окислительного фосфорилирования, а также многие ферменты гликолиза, азотистого и липидного обменов, находящиеся в саркоплазме. К этой группе относится также белок миоглобин, который связывает кислород с большим средством, чем гемоглобин, и депонирует молекулярный кислород в мышцах. В последнее время открыта группа саркоплазматических белков парвальбуминов, которые способны связывать ионы кальция, однако их физиологическая роль остается невыясненной.

Миофибриллярные белки включают сократительные белки миозин, актин и актомиозин, а также регулярные белки тропомиозин, тропонин, б- и в-актины. Миофибриллярные белки обеспечивают сократительную функцию мышц.

Миозин является одним из основных сократительных белков мышц, составляющий около 55% общего количества мышечных белков. Из него состоят толстые нити (филаменты) миофибрилл. Молекулярная масса этого белка – около 470 000. В молекуле миозина различают

длинную фибриллярную часть и глобулярные структуры (головки). Фибриллярная часть молекулы миозина имеет двуспиральную структуру (рис. 2).

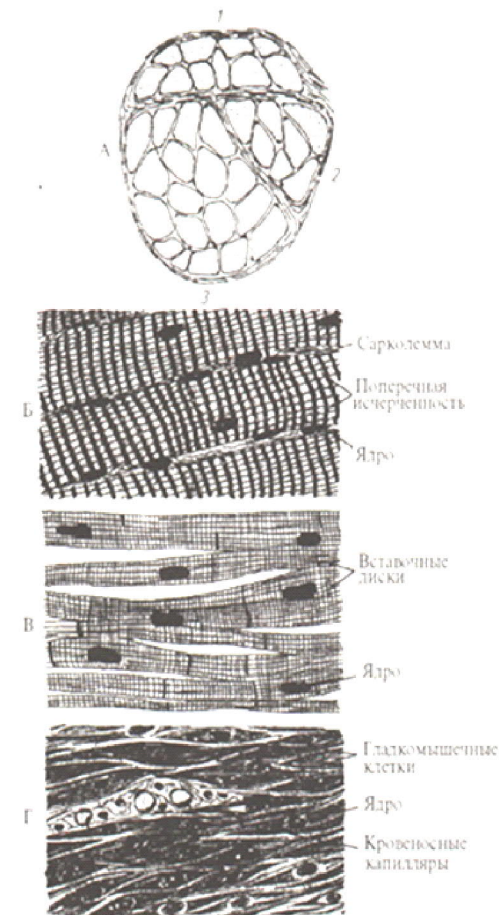
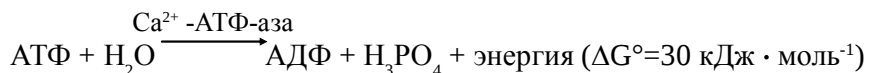


Рис. 2. Типы мышечной ткани:

А – поперечное сечение скелетной мышцы; 1, 2, 3 – мышечные пучки, состоящие из волокон, и соединительные прослойки между волокнами и пучками; Б – продольное сечение скелетной мышцы; видны отдельные волокна, сарколемма и поперечная исчерченность (темные и светлые полосы); В – сердечная мышца: видны поперечная исчерченность и области соединения волокон (вставочные диски); Г – гладкая мышца, видны отдельные клетки без поперечной исчерченности.

В составе молекулы выделяют шесть субъединиц: две тяжелые полипептидные цепи (молекулярная масса 200 000) и четыре легкие цепи (молекулярная масса 1500-2700), расположенные в глобулярной части. Основной функцией фибриллярной части молекулы миозина является способность образовывать хорошо упорядоченные пучки миозиновых филаментов или толстые протофибриллы. На головках молекулы миозина расположены активный центр АТФ-азы и активный связывающий центр, поэтому они обеспечивают гидролиз АТФ и взаимодействие с активными филаментами.

Молекула миозина содержит значительное количество глутаминовой аминокислоты и имеет большой отрицательный заряд, что усиливает связывание свободных ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . В присутствии ионов Ca^{2+} повышается АТФ-азная активность миозина и скорость гидролиза АТФ согласно уравнению.



Химическая энергия АТФ, освобождающаяся в ходе данной ферментативной реакции, используется для изменения конформации белка миозина и генерации напряжения между толстыми и тонкими нитями миозина в сокращающейся мышце. Посредством ионов Mg^{2+} миозин способен присоединять молекулы АТФ и АДФ, а также взаимодействовать с молекулами актина, находящимися в составе тонких нитей миофибрилл.

Актин – второй сократительный белок мышц, который составляет основу тонких нитей. Известны две его формы – глобулярный G-актин и фибриллярный F-актин. Глобулярный актин – это шарообразный белок с молекулярной массой 42 000. На его долю приходится около 25% общей массы мышечного белка. В присутствии Mg^{2+} актин подвергается нековалентной полимеризации с образованием нерастворимого филамента в виде спирали, получившего название F-актин. Обе формы актина не обладают ферментативной активностью. Каждая молекула G-актина способна связывать один ион Ca^{2+} , который играет важную роль в иницировании сокращения. Кроме того, молекула G-актина прочно связывает одну молекулу АТФ или АДФ. Связывание АТФ G-актином обычно сопровождается его полимеризацией с образованием F-актина и одновременным расщеп-

лением АТФ до АДФ и фосфата. АДФ остается связанной с фибриллярным актином. Процесс полимеризации актина можно описать следующим уравнением:

F-актин активизирует АТФ-азу миозина, что создает движущую силу процессу сокращения. Актин способен взаимодействовать с миозином, образуя актомиозиновый комплекс. Молярное соотношение актина и миозина в актомиозиновом комплексе – примерно 1:1. Нить F-актина может связывать большое число молекул миозина. Существенным свойством актомиозинового комплекса является диссоциация его в присутствии АТФ и Mg^{2+} .

В состав тонких нитей наряду с актином входят и другие минорные белки – тропомиозин, тропонины, актинины.

Тропомиозин (Тм) – это структурный белок актиновой нити, представляющий собой вытянутую в виде тяжа молекулу. Две его полипептидные цепи как бы обвивают актиновые нити. На концах каждой молекулы тропомиозина расположены белки тропониновой системы, наличие которой характерно только для поперечно-полосатых мышц.

Тропонин (Тн) является регуляторным белком активной нити. Он состоит из трех субъединиц – ТнТ, ТнІ и ТнС. Тропонин (ТнТ) обеспечивает связывание этих белков с тропомиозином. Тропонин І (ТнІ) блокирует (ингибирует) взаимодействие актина с миозином. Тропонин С (ТнС) – это Ca^{2+} - связывающий белок, структура и функции которого подобны широко распространенному в природе белку кальмодулину. Тропонин С, как и кальмодулин, связывает четыре иона Ca^{2+} на молекулу белка и имеет молекулярную массу 17 000. В присутствии Ca^{2+} изменяется конформация тропонина С, что приводит к изменению положения Тн по отношению к актину, в результате чего открывается центр взаимодействия актина с миозином.

Таким образом, тонкий филамент миофибриллы поперечно-полосатой мышцы состоит из F-актина, тропомиозина и трех тропониновых компонентов – ТнС, ТнІ и ТнТ. Кроме этих белков, в мышечном сокращении участвует белок актинин. Обнаруживается он в зоне Z-линии, к которой крепятся концы F-активных молекул тонких нитей миофибрилл. Белки мышечной стромы в скелетной мышце представлены в основном коллагеном и эластином, которые входят в состав сарколеммы и Z-линий миофибрилл. Эти белки обладают эластичностью, большой упругостью, что имеет существенное значение для процесса сокращения и расслабления мышцы.

2.4.2. 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: мочевина; 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 кислота 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: B_1 , B_2 , B_3 , B_6 , РР, B_{12} 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.

Количественное соотношение этих трех форм белка: нативного миоглобина (M_n), оксимиоглобина ($M_n O_2$) и метмиоглобина ($MetM_n$) определяет цвет мяса. Установлено, что содержание $MetM_n$ больше 50% от общего количества M_n 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 зависит 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 вещества – 1,0-1,7%; безазотистые экстрактивные вещества – 0,7-1,4%; минеральные вещества – 1,0-1,5%.

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

Контрольные вопросы

1. Морфологический и химический состав.
2. Биохимический состав мышечной ткани.
3. Белки мышечной ткани.
4. Ферменты мышечной ткани, небелковые компоненты, их биохимическое и технологическое значение.

3. СТРОЕНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ МЯСА

3.1. Разновидность соединительной ткани

Соединительная ткань имеет много разновидностей – рыхлая соединительная ткань и фиброзная ткань, жировая (оболочки клеток), ретикулярная, эластичная, хрящевая, костная и т.д. В узком смысле к соединительной ткани относят сухожилия, связки, наружный и внутренний перимизиум мышечной ткани. Выход соединительной ткани от массы туши крупного рогатого скота составляет от 9,7-12,4%.

Соединительная ткань по ее разновидности составляет 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 запасного депо жировых веществ.

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

Свойства 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 тка-

ни – оно весьма плотное и прочное за счет накопления минеральных веществ.

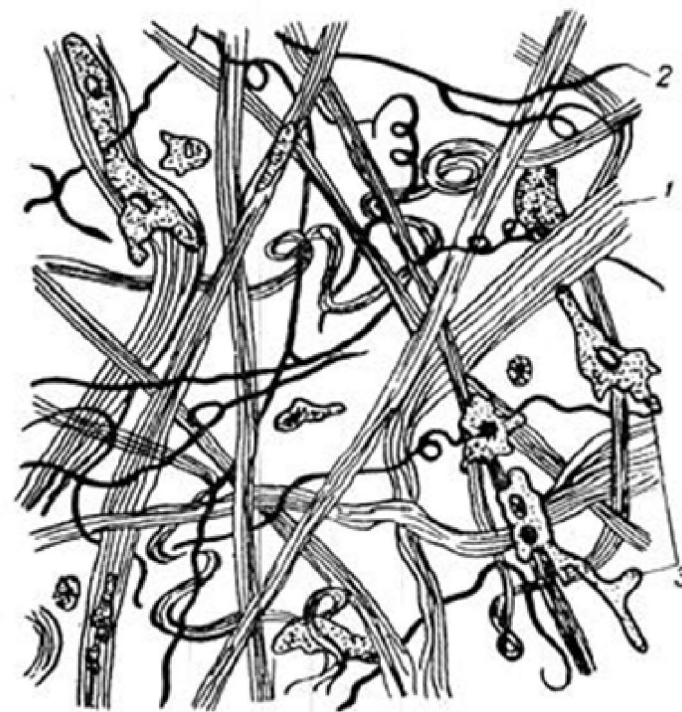


Рис. 3. Соединительная ткань:

- 1 – коллагеновые волокна; 2 – эластиновые волокна; 3 – клетка;
4 – основное вещество.

Располагаемые в межклеточном веществе волокна могут быть трех видов и различаются по строению и свойству: преимущественно коллагеновые (нитевидной формы), эластиновые (нитевидной формы) и ретикулиновые.

Чем больше соединительнотканых образований, тем качество мяса хуже, такое мясо жестко и менее питательно. Соединительнотканые образования сильно развиты в мясе старых животных, много работающих, низкой упитанности: этих образований больше у некастрированных животных по сравнению с самками.

3.2. Химический состав соединительной ткани

3.2.1. Разновидность соединительной ткани

Соединительнотканые образования состоят из коллагена, эластина и миостромина. Коллаген – основной белок соединительной ткани: он входит в состав рыхлых и плотных соединительнотканых образований. В холодной воде коллаген нерастворим, под воздействием воды, нагретой выше 70°C, он переходит в желатин и в таком виде усваивается организмом человека.

Желатин способен набухать в холодной и растворяется в горячей воде.

Эластин входит в состав эластических волокон соединительнотканых перегородок, стенок артерий, выйной связки крупного рогатого скота. Он не растворим ни в холодной, ни в горячей воде; организмом эластин не усваивается. Коллаген и эластин относятся к неполноценным белкам.

На химический состав мяса влияют многие факторы:

1. Вид животного. Количество белков в мясе различных видов животных отличается относительным постоянством: говядина 2-й категории содержит 21% белков, баранина 2-й категории 22,4, свинина мясная – 16,5%, конина средней упитанности – 21,5%. Лишь в мясе индейки количество белка может достигать 24%.

Соотношение фракций белков в мясе различных видов животных неодинаково. Белковый коэффициент (соотношение альбуминов и глобулинов), тем выше, чем больше содержание гликогена.

2. Возраст животного, пол животного, работа животного, откорм животного.

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

В мышечном количестве содержатся другие белки: ретикулин, муцины, мукоиды, альбумины, глобулины, нуклеопотеиды и т.п.

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

Таблица 1. Химический состав соединительной ткани

Химический состав соединительной ткани	Содержание составных частей, %	
	плотная ткань (сухожилия)	эластическая ткань (выйная 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

3.3. Строение и свойства белков соединительной ткани

Коллаген (греч. Colla – клей, деппао - порождать) - самый распространённый 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 и мозге – 0,2-0,4% от массы сырья.

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

Для коллагена характерны 4 уровня структурной организации молекулы.

Первичная структура молекулы коллагена – полипептидная цепочка – построенная примерно из 100 аминокислотных остатков от других белков, коллаген отличается повышенным содержанием азота, отсутствием в нем триптофана, цистеина, 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 ломанную спираль, что объясняется особенностями первичной структуры молекулы.

Третичная структура молекулы коллагена представляет собой транцепочную спираль, называемую тропоколлагеном.

Четвертая структура. В результате агрегации молекул тропоколлагена в продольном и поперечном направлениях происходит формирование надмолекулярной структуры коллагена – протофибрилл, представляющих собой тончайшие волокна, обладающие поперечной исчерченностью. Профибриллы объединяются в фибриллы, более крупные единицы, из которых формируются коллагеновые волокна.

В построение коллагена участвуют глюкоза и различные нуклеополисахариды (сложные углеводы), выполняющие роль веществ, стабилизирующих структуру белка. Коллаген медленно переваривается пепсином и почти не переваривается трипсином, но разрушается коллагеназой и некоторыми ферментами.

Эластин менее распространен в животных организмах, чем коллаген, в нем содержатся оксипролин, пролин, глинокол является фибриллярным белком, по ряду свойств напоминает коллаген, но по некоторым свойствам отличается.

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 метионана.

Благодаря особенности строения полипептидной спирали эластин хорошо растяжим. Длина эластиновых волокон в отличие от коллагеновых может увеличиваться вдвое и после снятия нагрузки возвращается в первоначальную форму. Очень устойчив к действию химических реагентов, пищеварительных ферментов.

Гидролизруется фицином, паникон, эластазой – ферментным препаратом из поджелудочной железы, нерастворимых в воде и отличие он не набухает в ней. При варке не образует глютин и не подается действию пепсина и трипина, 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 (гликопротеиды) – имеются в соединительной ткани в небольшом количестве. В качестве простетической группы у этих белков встречаются сложные углеводы – моносахариды. Муцины и мукоиды входят в состав основного (межклеточного) вещества соединительной ткани и образуют комплексы для удержания 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.

3.4. Пищевая и промышленная ценность соединительной ткани

Пищевая ценность соединительно-тканевого сырья определяется химическим составом, высоким значением массовой доли белков. С позиции полноценности белки этих тканей не сбалансированы по аминокислотному составу, не содержит триптофак, цистин. Снижает ценность малая активность пищеварительных ферментов к расщеплению коллагена, эластина, ретикулина.

Таким образом, с точки зрения классической концепции сбалансирования 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. Научными исследованиями установлено, что повышение удельного веса коллагена до 25-30% от массы белков, 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.

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

Контрольные вопросы

1. Морфологический состав ткани.
2. Разновидность соединительной ткани.
3. Строение и состав плотной и эластической соединительной ткани. География распространения в туше животных и птицы.
4. Белки соединительной ткани, особенности состава, строения и свойств.
5. Промышленно значимые источники ткани, их пищевая ценность и направление использования.
6. Свойства коллагена, эластина и ретикулина.

4. СТРОЕНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА КОСТНОЙ И ХРЯЩЕВОЙ ТКАНЕЙ МЯСА

4.1. Строение костной ткани и кости

По морфологическому составу костная ткань является одной из разновидностей соединительной ткани, причем наиболее сложной из них.

Костная ткань является главным, но не единственным компонентом кости как органа.

На поверхности кости расположена надкостница – periosteum. Это двухслойная соединительная оболочка. Наружный плотный фиброзный слой ее укрепляет кость, увеличивает ее упругие свойства и имеет в себе сосуды и нервы, связанные с глублежащими сосудами и нервами всей кости. Через бесчисленное множество отверстий преобладающих канальцев компактна, сосуды и нервы надкостницы проникают в глубины.

Внутренний слой надкостницы содержит значительное количество клеток – остеобластов, за счет которых идет рост кости в толщину (периостальное костеобразование).

Там, где кости подвижно соединяются друг с другом, их поверхности покрыты слоем гиалинового хряща – это суставной хрящ.

Компактное вещество (оно покрыто надкостницей) обладает большой твердостью, плотностью и прочностью, приравняемой к прочности чугуна или гранита. Слой компакты толще там, где кость испытывает большую нагрузку на излом.

Под компактным веществом расположено губчатое строение. Различают мелко-, средне- и крупноячеистое губчатое вещество (последнее всегда расположено ближе к костномозговому участку трубчатой кости, что надо учитывать при чтении рентгенограмм). Его больше в том месте кости, где она испытывает большую нагрузку на сжатые (упругие деформации в губчатом веществе выражены в 4-6 раз больше, чем в компактном).

Внутри кости и поверхности костных балок и трабекул покрыты тонкой оболочкой – эндоостом, ограничивающим костную ткань от костного мозга. Костный мозг – *media ossium* – заполняет ячейки губчатых веществ и диафазы трубчатых костей. Самая мягкая часть кости.

Плотное и губчатое вещество построено из окостеневших пластинок, образованных пучками коллагеновых волокон. В плотном веществе пластины расположены упорядочено, плотно спрессованы; в губчатой – менее упорядоченно и образуют мельчайшие поры (типа губки), в которых находится костный мозг. Плотное вещество костной ткани содержит большее количество 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, состоящий в основном из плотного вещества, заполнена желтым мозгом. Диафиз обладает высокой прочностью и упругостью. Кулаки или эпифизы образованы в основном – губчатой тканью, заполненной красным мозгом, и лишь на поверхности состоят из плотной ткани.

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

Рядовая кость построена сходно эпифизами.

4.2. Химический состав и свойства костной ткани и кости

На самой ранней стадии развития зародыша у животных опорной частью (остов его тела) является плотная соединительная ткань (перепончатый скелет). Затем у зародыша появляется георда, в даль-

нейшем на ее месте начинают формироваться вначале хрящевой, а позже костный позвоночный столб и череп, а затем конечности.

В предплодном периоде весь скелет, за исключением первичных покровных костей черепа, уже хрящевой. Каждый хрящ имеет форму будущей кости и покрыт надхрящницей (плотной соединительной оболочкой). Вначале этого периода начинается окостенение скелета. В этот период требуется особое внимание к составу рациона матури и ее двигательной активности.

В костной ткани содержится 20-25% воды, 75-80% сухого остатка, в т.ч. 30% белка и 45% неорганических соединений. Основной белок костной ткани – коллаген – составляет около 93% всех белков и входит в структуру.

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

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 клетчатые элементы – кровяные, жировые клетки.

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

Содержание небольшого количества жировых клеток костный мозг окрашен в красный цвет, и при их большом содержании – в желтый цвет. Оба вида мозга различаются по химическому составу. Более 90% массовой доли липидов костного мозга приходится на жиры – олеиновая, стеариновая и пальмитиновая кислоты.

Химический состав кости зависит от вида скота, его упитанности, пола, возраста, анатомического происхождения кости.

4.3. Пищевая и промышленная ценность кости

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

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 его качество.

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

Для пищевых целей кость используется:

- как основная часть мяса и мясных полуфабрикатов;
- для производства пищевого топленого костного жира (трубчатая, рядовая);
- производства пищевого желатина (паспортная, трубчатая);
- получения пищевых бульонов, на пищевые цели получают мясную пасту – для изготовления мясопродуктов. Пищевая ценность такой пасты определяется наличием большого количества минеральных веществ – кальция в биологически доступной форме, что важно при производстве лечебно-профилактических мясных продуктов – тонкая измельченная кость. Из диафиза трубчатой кости получают желатин, клей и кормовую муку.

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

4.4. Особенности, строение, состав и свойства хрящевой ткани

В предплодном периоде весь скелет, за исключением первичных покровных костей черепа, у зародыша появляется хорда, в дальнейшем на ее месте начинают формироваться вначале хрящевой, а позже костный позвоночный столб и череп, а затем конечности. Каждый хрящ имеет форму будущей кости и покрыт надхрящницей (плотной соединительной оболочкой).

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

В зависимости от выполняемых прижизненных функций хрящи имеют различное строение.

Различают хрящи гиалиновый (стекловидный), волокнистый (соединительнотканый) и эластичный. Гиалиновый хрящ (трахея, суставные поверхности костей) – полупрозрачное вещество молочно-белого цвета.

В составе эластичного хряща (ушная раковина) много эластиновых волокон. В волокнистом хряще (вместо 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 (коллагена, эластина 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 мукопротеинов не позволяет получать из нее желатин и клей высокого качества.

Контрольные вопросы

1. Рост и развитие кости в онтогенезе (зародыша).
2. Строение, химический состав и свойства костной и хрящевой тканей, их функциональное значение.
3. Белки тканей кости. Пищевая ценность.
4. Строение, состав и классификация кости.
5. Направление промышленного использования костей.

5. СТРОЕНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА ЖИРОВОЙ ТКАНИ

5.1. Морфологический состав и строение жировой ткани

Жировая ткань является разновидностью рыхлой соединительной ткани, в которой жировые клетки образуют большие скопления. В жировой клетке находятся органеллы, но его основной объем занимает жировая капля. Жировые клетки при этом увеличиваются и могут занимать все пространство между соединительнотканскими волокнами, которые входят в состав межклеточного пространства.

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.

Жировая ткань обладает защитной, структурной и питательной функцией. Входит в состав мяса и значительной степени определяет его качество.

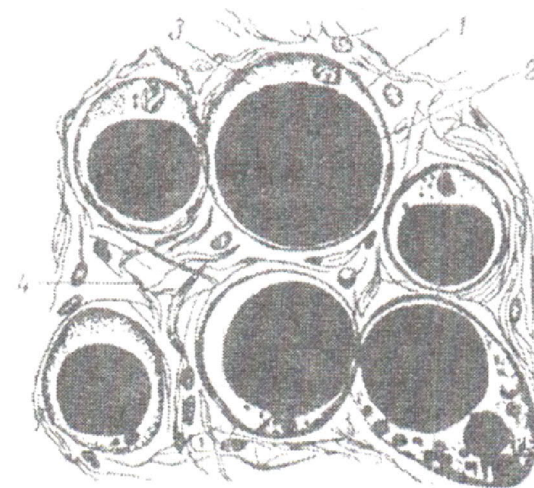


Рис. 4. Жировая ткань:

- 1 – жировая клетка; 2 – жировая капля; 3 – протоплазма;
4 – волокна соединительной ткани.

5.2. Морфология жирового сырца

Сырьем для производства животных топленых пищевых жиров является жировая ткань убойных животных, называемая жиром – сырцом, который в зависимости от вида скота подразделяют на говяжий, бараний, свиной, а каждый вид с учетом особенностей подготовки к переработке – на две группы: первую и вторую.

Жир – сырец первой группы включает сальник околопочечный, брыжеечный, шуповой, надкожный жир, получаемый при зачистке туш; с ливера, хвоста, вымени, головы (с заушных и височных впадин), жирное вымя молодняка; жировую обреза из колбасного и консервного цехов; второй группы – с желудка (рубца, книжка, сычуга); жировую обреза, полученную при ручной обработке шкур, кишечный жир из обезжиривания кишок вручную. Жир – сырец состоит из чистого жира, воды и стромы.

5.3. Химический состав жировой ткани

Химический состав жировой ткани зависит от вида, возраста, породы, пола, упитанности животного, кормового рациона, анатомического расположения ткани, места отложения его в организме. Так у крупного рогатого скота средней упитанности кишечный жир содержит 65% чистого жира, а жир сальника и почечный – 94%. Жир-сырец-продукт нестойкий, сразу после сбора его перерабатывают на топленый жир или консервируют (замораживанием или сухим посолом).

Данные о химическом составе говяжьей и свиной жировой тканей представлены в таблице 3.

Таблица 3. Химический состав жировой ткани

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

Средний химический состав жировой ткани из разных участков туши приведен в таблице 4.

Таблица 4. Средний химический состав свиной жировой ткани из разных участков туши

Состав ткани	Содержание, % от массы ткани		
	околопочечная ткань	сальник	шпик
Массовая доля:			
влага	2,61	6,84	7,15
белок	0,34	1,56	1,70
жир	97,0	91,6	91,15

В небольшом количестве в жировой ткани содержатся другие липиды, белки, ферменты, витамины, минеральные вещества.

Животные жиры представляют собой одноокислотных и разноокислотных триглицеридов. В состав триглицеридов тканевых жиров входят преимущественно жирные кислоты, содержание 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, стеринны, стериды.

Таблица 5. Состав жировой ткани

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

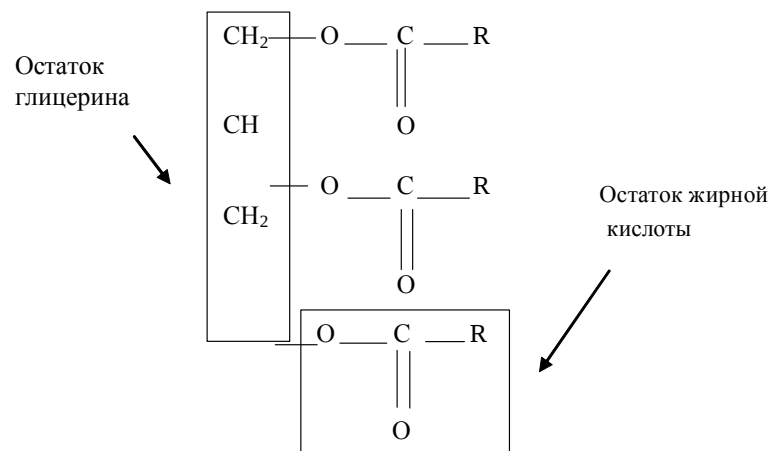
В жирах содержатся каротины, близкие по свойствам к липидам. Они поступают в организм животных с растительными кормами. Каротины являются пигментами и окрашивают жиры в желтый цвет. Количество каротинов в жирах зависит от вида животных, их кормового рациона.

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.

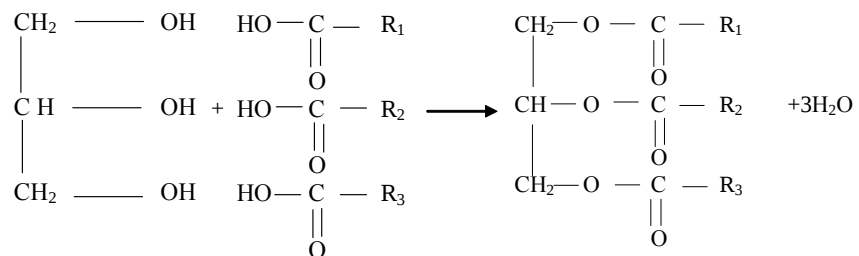
Из ферментов в жировой ткани наиболее характерны липазы, катализирующие гидролиз жиров.

5.3.1. Жиры

Жиры – это сложные эфиры, образованные глицерином и высшими одноосновными карбоновыми кислотами (жирными кислотами)



Жиры образуются при взаимодействии глицерина и высших карбоновых кислот:



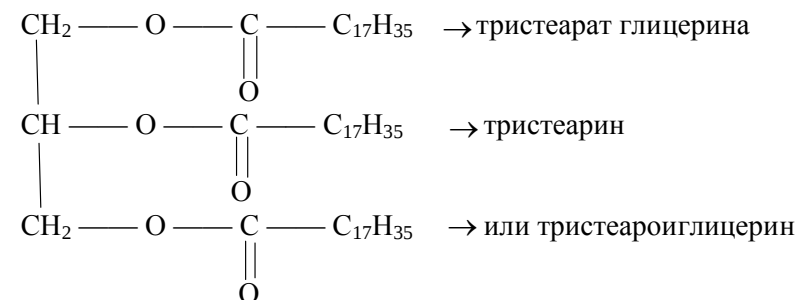
Жировые (высшие) кислоты

Предельные кислоты	Непредельные кислоты
Масляная кислота $\text{C}_4\text{H}_7 - \text{COOH}$	Олеиновая кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ (содержит одну двойную связь в радикале) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$
Пальмитиновая кислота $\text{C}_{15}\text{H}_{31} - \text{COOH}$	Линолевая кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ (две двойные связи в радикале) $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$
Стеариновая кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{35} - \text{COOH}$	Линолевая кислота $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$ (три двойные связи в радикале) $\text{CY}_3\text{CY}_2\text{CY} = \text{CYCY}_2\text{CY} = \text{CYCY}_2\text{CY} = \text{CY}(\text{CY}_2)_4\text{CJY}$

Номенклатура жиров

Общее название жиров – триацилглицерины (триглицериды).

Существует несколько способов назвать молекулу жира. Например, жир, образованный тремя остатками стеариновой кислоты, будет иметь следующие названия:



Физические свойства жиров

Жиры растворимы в органических растворителях и нерастворимы в воде. С водой жиры не смешиваются.

Животные жиры – предельные	Растительные жиры (масла) – непредельные
Твердые, образованы предельными кислотами – стеариновой и пальмитиновой	Жидкие, образованы непредельными кислотами – олеиновой, линолевой и другими
Все животные жиры, кроме рыбьего - твердые	Все растворимые жиры, кроме пальмового масла – жидкие

Химические свойства жиров

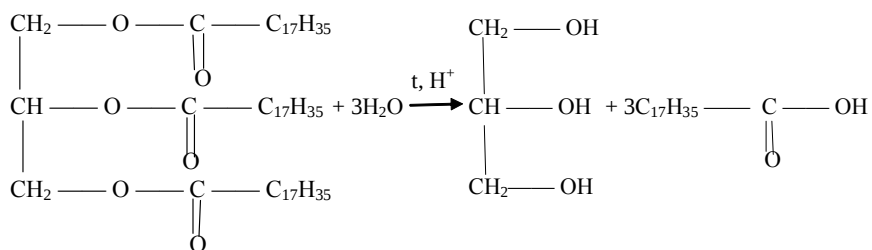
1. Гидролиз (омыление) жиров.

Жиры подвергаются гидролизу в кислой или щелочной среде или под действием ферментов.

5.4. Кислотный гидролиз

Под действием кислот жиры гидролизуются до глицерина и карбоновых кислот, которые входили в молекулу жира.

Например, при гидролизе тристеарата глицерина в кислой среде образуется стеариновая кислота и глицерин



5.5. Щелочной гидролиз – омыление жиров

При щелочном гидролизе жиров образуется глицерин и соли карбоновых кислот, входивших в состав жира.

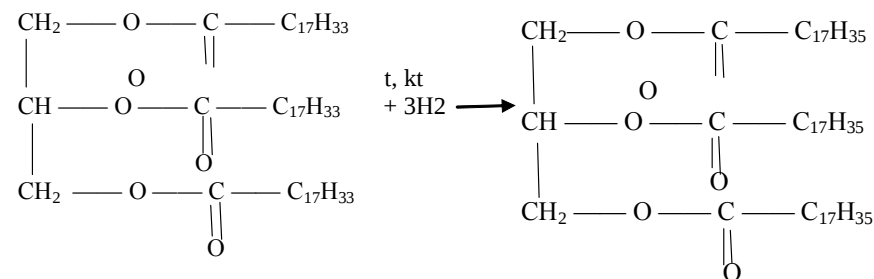
Например, при гидролизе тристеарата глицерина гидроксидом натрия образуется стеарат натрия.

Гидрирование (гидрогенизация) ненасыщенных жиров

Гидрогенизация жиров – это процесс присоединения водорода к остаткам непредельных кислот, входящих в состав жира.

При этом остатки непредельных кислот переходят в остатки предельных, жидкие растительные жиры превращаются в твердые (маргарин).

Например, триолеат глицерина при гидрировании превращается в тристеарат глицерина:



Количественной характеристикой степени ненасыщенности жиров служит йодное число, показывающее, какая масса йода может присоединиться по двойным связям к 100 г жира.

5.6. Пищевая и промышленная ценность жировой ткани

В зависимости от предназначения все жиры делят на пищевые и технические. Все жиры в зависимости от происхождения подразделяются на животные, растительные, искусственные и комбинированные.

Животные жиры, в свою очередь, подразделяются на тканевые жиры, получаемые из тканей животных, и молочные, получаемые из молока (сливочное масло).

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

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

Жировая ткань (жир) используется для изготовления мясных продуктов различных ассортиментных групп. Жирец – сырец, получаемый при убойе и переработке животных, применяют также для изготовления мясопродуктов, но главным образом для производства пищевых топленых жиров непригодных для изготовления кормовой муки, кормового и технического жиров.

Контрольные вопросы

1. Строение, состав и свойства жировой ткани.
2. Физико-химические свойства жира.
3. Белки и ферменты ткани.
4. Пищевая и промышленная ценность жиров.

6. СОСТАВ И СВОЙСТВА КРОВИ

6.1. Морфологический и химический состав крови

Кровь принимает участие в процессах обмена веществ, участвует в дыхательных процессах. Осуществляет перенос кислорода от легких к тканям, углекислого газа в обратном направлении. В переносе кислорода основную роль выполняет гемоглобин, в переносе углекислого газа – соли, растворенные в плазме крови. Кровь выполняет функцию терморегуляции. Через кровь осуществляется гуморальная регуляция деятельности органов и систем организма. Кровь выполняет защитную функцию, предохраняя организм действия микробов, вирусов и их токсинов, а также других чужеродных организму веществ.

Кровь представляет собой непрозрачную вязкую жидкость солоноватого вкуса и своеобразного запаха. В артериях кровь ярко красная (насыщенная кислородом), в вене – вишневого цвета. Красный цвет крови у позвоночных животных является своеобразным биологическим приспособлением, обеспечивая поглощение фиолетовой и ультрафиолетовой части солнечного спектра, химически наиболее активной. Относительная плотность (удельный вес) цельной крови 1,050-1,060, относительная вязкость (в сравнении с водой) 4,5 – 5,0, pH – 7,3-7,4.

Кровь состоит 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 рогатого скота – 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 живой массе. В плазме содержится в среднем 91% воды и 9% сухих веществ, в том числе 8% органических (белки, небелковые азотистые вещества, глюкозу, липиды, витамины и др.), неорганические вещества представлены минеральными солями, катионами которых являются Na^+ , K^+ , Mg^+ , анионами – Cl^- , H_2PO_4^+ , HPO_4^{2-} , HCO_3^- .

Общее содержание белков – 6,8-7,8%, объем плазмы. Основные из них: альбумины – 2,9-3,4%, глобулины – 3,8-4,3, фибриноген 0,1%.

При обескровливании животного извлекается около 50-60% крови.

Химический состав крови зависит от вида, возраста, упитанности, условий содержания животных.

Средние данные по химическому составу крови ее фракций приведены в таблице 6.

Таблица 6. Средний химический состав крови

Состав	Содержание, %		
	в крови	в плазме	в форменных элементах
Вода	79,0-82,00	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

Примерное содержание белков в крови приведены в таблице 7.

Таблица 7. Среднее содержание белков в крови (%)

Белок	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

Сывороточные альбумины, 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.

Молекула гемоглобина состоит из четырех субъединиц, каждая из которых включает полипептидную цепь, соединенную с геном. 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.

6.2. Свойства крови

Плотность крови и ее фракция 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, окрашивает ее в красный цвет. Это явление называется гемолизом.

Свертывание крови обусловлено превращением растворимого

белка плазма фибриногена в нерастворимый белок фибрин. Это сложный многоступенчатый процесс, заключительным этапом которого является образование сгустка из сетки нитей фибрина, заполненной форменными элементами и сывороткой.

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

6.3. Пищевая и промышленная ценность крови

Кровь животных представляет собой ценный белковый продукт. Ее используют для пищевых, лечебных, кормовых и технических целей благодаря особенностям химического состава и свойствам.

Из крови, предназначенной на пищевые цели, вырабатывают кровяные колбасы, сухую пищевую кровь, белый пищевой альбумин и другие продукты. Сухую кровь и альбумин добавляют в различные мясные растительные консервы, в пищевое тесто (торты, печенье), пирожки, запекание. Цельную кровь, сыворотку и плазму используют при производстве мясных колбас вместо муки и крахмала (альбумин обладает клеящими свойствами).

Пищевой темный и белый альбумин вырабатывают в распылительных сушилках. Из пищевой крови готовят лечебные препараты: гематоген, гемозу и др. Сырьем для производства кормовых кровепродуктов является кормовая кровь и фибрин. К наиболее ценным кормовым продуктам, получаемым из крови, относятся кормовая кровь, кровяная мука, кровяные комбикорма.

Консервированную техническую кровь используют в качестве клевого материала на фанерных заводах, черный альбумин – для окраски кожевенных товаров, светлый альбумин – в текстильной и химической промышленности.

Контрольные вопросы

1. Морфологический, химический состав и свойства крови.
2. Биологические фракции крови.
3. Строение и свойства белков крови.
4. Небелковые компоненты крови.
5. Пищевая и промышленная ценность крови и ее фракции.

7. ХАРАКТЕРИСТИКА МЯСА КАК ОБЪЕКТА ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Промышленное понятие о мясе

Под мясом в промышленном значении понимают тушу или ее части, 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 ткань, кость, кровь.

Количественное соотношение тканей в составе мяса зависит от вида, возраста, породы, условий откорма и упитанности животных, от анатомического происхождения части туши.

7.2. Основные показатели качества мяса

Главными показателями качества мяса, легко воспринимаемыми органами чувств и представляющими интерес для потребителя, являются цвет, вкус, аромат, нежность и сочность. Современная наука дала возможность определять эти показатели, измерять их, улучшать и связывать с физиологическими и биохимическими процессами, происходящими в мясе. Оценивая значение органолептических характеристик для пищевой ценности продукта, их можно разделить на обусловленные природой продукта и те, которые искусственно придают продукту при его изготовлении. Первые тесно связаны с биохимическим составом и состоянием продукта (или сырья) и могут рассматриваться как индикатор их состояния. Например, благоприятные органолептические характеристики созревшего мяса свидетельствуют о таких внутренних его изменениях, которые делают мясо более легко усвояемым.

Цвет мяса

Цвет мяса является одним из основных показателей качества, оцениваемым потребителем, по которому судят о товарном виде продукта, о степени работы определенных групп мышц, а также о некоторых химических превращениях, которые могут происходить в мясе.

Цвет тканей мяса в зависимости от химического строения красящих веществ колеблется от белого (для свиного жира) до различных оттенков желтого, желто-коричневого, коричнево-красного и красного.

Принято считать, что мясо коров имеет ярко-красную окраску, молодняка крупного рогатого скота до 1,5 года – бледно-красную, свиней – красную. На интенсивность окраски мяса влияют вид, порода, пол, возраст животного и способ откорма. Цвет мяса в значительной степени зависит от pH. Изучение свойств говядины показало, что при величине pH 5,6 цвет обычно яркий, при повышении pH до 6,5 и выше цвет мяса темнеет. Установлено повышение pH мяса по мере варьирования цвета мышцы от светлого до темного. Темная окраска мышечной ткани связана с меньшими потерями сока при последующем нагреве, т.е. такое мясо обладает большей водосвязывающей способностью.

Установлена связь между содержанием воды в мясе и миоглобином, а также факторами, определяющими его концентрацию.

Содержание миоглобина связано с влагосвязывающей способностью мяса. Миоглобин (Mb) и гемоглобин (Hb) являются хромопротеидами, т.е. соединениями, состоящими из белка (96%) и красящего компонента – гема (4%). Основной красящей гемовой группы является протопорфирин, четыре пирольных кольца которого объединены в молекулу кольцевой формы. Цвет Mb определяется валентностью Fe, которое может быть двух- и трехвалентным.

Mb и Hb имеют подобные гемовые группы, поэтому влияние различных условий на их окраску примерно одинаковое Mb и Hb имеют различную молекулярную массу: Mb – 17 800 и Hb – 67 000. В молекуле Hb содержится 4 гемовых группы, в молекуле Mb – одна. Белковые группы Mb и Hb отличаются последовательностью аминокислот величиной электрического заряда, растворимостью. Mb может связать в 6 раз больше кислорода, чем Hb. Вместо кислорода Mb и Hb могут связывать NO и CO.

Содержание Mb в мясе зависит от видов, породы, возраста животного, откорма и других факторов.

Содержание миоглобулина в мясе молодых животных в 2-8 раз меньше, чем в мясе взрослых животных.

При правильно проведенном обескровливании окраска мышечной ткани мяса обусловлена содержанием Mb. Содержание Mb не является постоянным для мускулов различных видов животных, для раз-

личных мускулов одного и того же вида животных и для одного и того же мускула различных индивидуумов данного вида животных.

В тушах животных имеется светлая и темная мускулатура, отличающаяся по содержанию Mb, что вызвано различными физиологическими функциями мускулов. Концентрация Mb зависит от активности дыхательных ферментов мышц. Особенно много Mb содержится в мышцах сердца. Окрока свиней, мышцы которых перед убоем выполняли значительную физическую работу, имели более темную окраску и жесткую консистенцию. Наиболее темные окорока получены от свиней с низким содержанием углеводов в их кормовом рационе.

В мясе содержится несколько типов Mb, отличных по аминокислотному составу глобина. Эти различия не влияют на цвет мяса. Цвет мяса зависит от трех факторов: концентрации Mb в ткани, связывания миоглобином кислорода и от заряда иона Fe. Ниже приведены три основные формы Mb: первая – с Fe^{++} , если не содержит кислорода, придает мясу пурпурно- или темно-красный цвет: вторая – если Fe^{++} присоединяет молекулу O_2 , то цвет его становится светло-красным (MbO_2); третья – при переходе Fe^{++} в Fe^{3+} образуется метмиоглобин (МетМб) коричневого цвета. Три формы Mb и их соотношение определяют цвет мяса.

Потребитель предпочитает мясо со светло-красной окраской. Цвет поверхности мяса определяется содержанием MbO_2 и МетМб. В поверхностном слое мяса в результате соединения Mb с кислородом образуется оксимиоглобин, придающий мясу светло-красный цвет. В более глубоких слоях окраска мяса более темная, что обусловлено наличием восстановленного миоглобина.

Экспериментами с кристаллическим препаратом Mb установлен, что pH является важным фактором, влияющим на скорость окисления Mb. Окисление MbO_2 легко образующегося из Mb в аэробных условиях при 4°C происходит быстрее в растворах с pH 5,2; в растворах с pH 6,4 оксимиоглобин более устойчив. При повышении температуры выдерживания растворов до 10°C незначительно ускоряется окисление миоглобина. В модельных растворах с pH 5,2 и 5,6 после выдержки в течение 2 ч весь MbO_2 окисляется до МетМб. При pH 6,4 этот процесс происходил медленнее и образование МетМб было меньшим.

Количество образовавшегося MbO_2 , в мясе, т.е. толщина светлого-красного слоя мяса, определяется диффузией кислорода в ткань, которая зависит от температуры. Поверхность хранившегося непакетованного мяса имеет светло-красный цвет, обусловленный присутствием MbO . Таким образом, в свежем мясе до варки наиболее важным является MbO_2 , так как он обуславливает красную окраску мяса. Во внутренние слои мяса кислород может диффундировать на некоторую глубину.

При нарезании мяса пурпурно-красный цвет его вследствие поглощения кислорода воздуха также приобретает светло-красную окраску, обусловленную образованием MbO_2 . Во избежание ошибок следует цвет ломтиков определять после окончания процесса образования MbO_2 .

В результате окисления Mb и МетМб при длительном хранении мясо приобретает коричневый оттенок. Скорость образования МетМб с понижением pH возрастает. Цвет мяса, pH которого быстро падает после убоя (с 7,0 до 5,6), спустя короткое время становится неудовлетворительным. Скорость изменения цвета мяса из красного в коричневый в результате образования МетМб может быть различной, она снижается со снижением температуры. Предполагается, что образование МетМб обусловлено тканевым дыханием.

Для выявления способности поверхности мяса сохранять цвет большое значение имеет свойство мышечной ткани восстанавливать коричневый МетМб в красный Mb. Восстановление МетМб различно у разных животных, возрастает с увеличением концентрации пигмента, величины pH (5,1-7,1) и температуры (3-35°C): оно интенсивнее в измельченной ткани, чем в кусках мяса.

Изменение окраски внешней поверхности мышечной ткани различных мышц происходит с различной скоростью. Например, широчайшая мышца спины относительно нестойка к образованию МетМб, в то время как длиннейшая мышца спины отличается высокой стойкостью. Это обусловлено активностью фермента, сокращающего образование МетМб в отдельных мышцах. Стойкость окраски говядины тем выше, чем ниже температура хранения. Чем дольше срок созревания мяса, тем менее стойкой будет окраска при последующем хранении в фасованном виде. Изменение окраски внешней поверхности мясных туш (ее потемнение) происходит также вследствие испарения влаги с поверхности и увеличения концентрации красящих веществ.

Введением аскорбиновой кислоты и аскорбата натрия достигается торможение окисления Mb и образования MetMb. Наиболее эффективно в течение продолжительного времени сохранение окраски достигается при введении этих веществ внутривенно до убоя.

Деятельность микроорганизмов может оказать косвенное влияние на цвет мяса. Появление зеленой окраски несоленого мяса обусловлено изменением порфиринового кольца или действием перекисей, образующихся в жире, а также сероводорода в результате образования сульфмиоглобина.

Вкус и аромат мяса

Вкус и аромат мяса - важные показатели качества, и обусловлены содержанием характерных для данного продукта химических соединений. Вкус и аромат косвенным путем влияют на пищевую ценность продукта, на его усвояемость. Продукт с приятным вкусом, запахом и внешним видом, соответствующий действующим требованиям стандарта, повышает аппетит, что способствует лучшему усвоению.

Проблема вкуса и аромата, как в теоретическом, так и в практическом аспекте представляет одну из наиболее сложных проблем пищевой биохимии. В ряде стран ведутся исследования по выделению, разделению, концентрированию и идентификации веществ, придающих вкус и аромат мясу. Изучение природы вкуса и аромата мяса позволит улучшить вкусо-ароматические свойства продуктов, в частности из низкосортного, длительное время хранившегося сырья, а также продуктов, изготовленных по ускоренной технологии.

Несмотря на многочисленные исследования вкуса и аромата мяса, все еще достоверно неизвестны вещества, играющие основную роль в их образовании, и не изучены механизмы этих процессов. Новейшие методы исследования позволили установить, что в образовании запаха и вкуса мяса участвуют вещества, относящиеся к различным классам органических соединений, основными из которых являются карбонильные соединения, органические кислоты, амины, фенолы, эфиры. Эти вещества присутствуют в мясе в незначительных количествах.

В формировании специфического аромата и вкуса вареного мяса решающую роль играют экстрактивные вещества. При нагреве водной фракции мяса появляются вкус и запах, характерные для вареного мяса. При диализе водный экстракт теряет эти характерные свойства.

В литературе указывается, что вкус и аромат мяса обуславливаются летучими и нелетучими фракциями. Принято считать, что нелетучие водорастворимые вещества формируют основной вкус мяса при тепловой обработке. Специфический вкус говядины, свинины, баранины объясняется жирорастворимыми соединениями.

В ранее проведенных во ВНИИМПе исследованиях важная роль в формировании вкуса и аромата мяса отводилась продуктам распада нуклеотидов и был сделан вывод, что параллельно с улучшением вкуса и аромата мяса накапливаются инозиновая кислота и гипоксантин. Однако имеются данные, что инозиновая кислота, инозин и гипоксантин могут быть удалены из фракций с мясным ароматом и вкусом без влияния на их изменения. В одних исследованиях не обнаружено мясного вкуса у гипоксантина, в других ему отводится соответствующая роль.

Известными компонентами фракции нелетучих водорастворимых соединений, обладающих мясным вкусом, являются 5'-изомеры инозиновой, гуанозиновой кислот и моноглутаминат натрия. Нуклеотиды и продукты их распада, относящиеся к нелетучим водорастворимым соединениям, обнаружены в активных фракциях, поэтому предположено, что они участвуют в образовании вкуса и аромата мяса.

Процессы деструкции азотистых соединений сопровождаются увеличением количества свободных аминокислот. Ряд исследователей установили участие свободных аминокислот (серина, аспарагиновой кислоты, глутамина) в возникновении аромата вареного мяса: имеются также данные, что накопление свободных аминокислот связано с нежностью мяса. Установлен, в частности, высокий коэффициент корреляции между 12 свободными аминокислотами в окороке и его ароматом.

Ученые отмечают зависимость состава летучих оснований мяса от вида животных. Обнаружено от 3 до 10 летучих оснований, в частности их постоянные компоненты метил- и диметиламины. В мышечной ткани изделия из свинины обнаружено увеличение числа летучих оснований (до 6-13) по сравнению с исходным мясом. При их изготовлении, а также при тепловой обработке содержание метил- и диметиламинов снижается. При посоле и тепловой обработке увеличивается содержание аммиака.

В последнее время в образовании вкуса и аромата мяса все большее значение придается участию липидных компонентов свободных

жирных кислот, алифатических альдегидов, кетонов. Низкомолекулярные продукты превращения липидов преимущественно влияют на аромат.

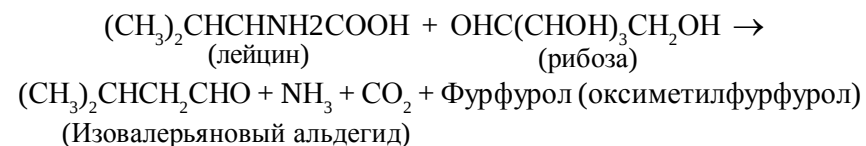
Исследованиями Ю.Н. Лясковской установлено различие в жириокислотном составе липидов мышечной ткани различных видов животных. По этим данным, в свинине содержится больше каприловой и пеларгоновой кислот по сравнению с говядиной.

К веществам, участвующим в формировании аромата мясных продуктов, относят летучие карбонильные соединения и низкомолекулярные жирные кислоты. Учитывая, что содержание этих соединений в мясных продуктах превышает пороги чувствительности, полагают, что данные вещества влияют на формирование аромата. В мясе карбонильные соединения могут образовываться в ходе ферментативных, бактериальных, окислительных процессов и термического воздействия на его составные части. Установлено увеличение содержания карбонильных соединений по мере созревания свинины. Выявлено также более высокое содержание карбонильных соединений и жирных кислот в составе летучих соединений свиного жира по сравнению с говяжьим. Содержание карбонильных соединений при тепловой обработке увеличивается примерно в 1,5 раза, в том числе количество формальдегида, гликолевого и нонилового альдегида.

Большое значение в формировании аромата придают также летучим жирным кислотам, которые могут образовываться в мясе под воздействием липолитических тканевых и микробиальных ферментов, в процессе окисления жиров и карбонильных соединений и за счет дезаминирования аминокислот. Они не только сами непосредственно участвуют в формировании аромата, но, видимо, оказывают положительное влияние на порог чувствительности других веществ. Наблюдались случаи понижения порога ощущения смеси веществ, обладающих в отдельности слабым запахом. Жирные кислоты, подвергаясь превращениям при технологической обработке, могут оказывать влияние на вкус и аромат продуктов. Содержание летучих жирных кислот изменяется при созревании и варке мяса. В свином мясе идентифицированы и количественно определены 7 летучих жирных кислот с числом углеродных атомов C_2-C_7 : уксусная, пропионовая, масляная, валерьяновая, изокапроновая, капроновая и гептановая. При тепловой обработке происходит значительное уменьшение содержания (примерно на 50%) уксусной, пропионовой, масляной, капроновой

кислот. Наряду с этим тепловая обработка приводит к увеличению примерно на 10% содержания свободных жирных кислот средней и высокой молекулярной массы и, следовательно, к повышению кислотного числа жира. Значительно большее увеличение содержания летучих жирных кислот (в 2 раза) наблюдается в мускульной ткани при посоле и варке.

В образовании специфического вкуса и аромата мяса большая роль принадлежит реакции меланоидинообразования, начальным этапом которой является окислительно-восстановительное воздействие аминокислот с редуцирующими сахарами. В эту реакцию вступают не только редуцирующие сахара, но и другие соединения, имеющие карбонильную группу - уксусный альдегид, ацетон, пировиноградная кислота и др. В результате этой реакции образуются фурфурол, диацетил, формальдегид. Схематически эта реакция может быть представлена так:



Работами ряда исследователей установлено участие серосодержащих соединений в формировании аромата мяса.

На накопление в мясе вкусовых и ароматических веществ влияют различные технологические факторы нагрев, охлаждение, посол и др. Вкус свежего мяса специфический, слегка сладковатый. Значительные различия во вкусе и аромате различных видов мяса могут быть объяснены количественным соотношением экстрактивных веществ в говядине, свинине и баранине или различными реакциями, обуславливающими их образование, или различными продуктами реакции. Установлено, что аромат и вкус, специфические для данного вида мяса, обусловлены веществами, растворимыми в липидах.

Вкус и запах мяса зависит от возраста животного и наличия жировой ткани, от количества и распределения жира в мясе. В литературе отсутствует единое мнение о влиянии жира на вкусовые качества мяса. Считают, что внутримышечный жир действует на вкус мяса. При содержании 20% внутримышечного жира в сухой массе отмечают высокие вкусовые свойства.

Мясо молодых животных без выраженного вкуса и запаха, а мясо взрослых животных обычно имеет более острый запах и менее приятный вкус по сравнению с мясом молодых животных. Предполагают, что это обусловлено более высоким содержанием миоглобина, создающего металлический привкус мяса.

Наблюдаются также отличия вкуса и аромата между отдельными мышцами туши, и это объясняется биохимическим состоянием мышц.

Привкус мяса зависит от кормового рациона, в частности скормливание животным рыбных отходов придает свинине специфический рыбный привкус.

Учеными разрабатываются препараты, получаемые из аминокислот и углеводов или их производных, иногда с добавлением липидных соединений или фосфорной кислоты, улучшающие вкус и аромат мяса. В настоящее время для улучшения аромата мясных продуктов предложены синтетические соединения, в частности гетероциклические тиопроизводные инозинфосфата и аллилксиинозинфосфата. Ю.Н. Лясковской разработан состав препарата, улучшающего вкус и аромат мяса, включающий алифатические кислоты, карбонильные соединения, летучие основания, нуклеотиды, аминокислоты, углеводы, сернистые соединения, минеральные вещества, продукты распада фосфолипидов.

Из веществ, улучшающих вкус, за рубежом применяют глутаминовую кислоту, глутаминат натрия, калия, гуаниловую и инозиновую кислоты, инозинат натрия и калия, гуанилат натрия и калия.

Для достижения лучшего вкуса и запаха мясных продуктов добавляют белковые гидролизаты, которые содержат все аминокислоты. Незаменимые аминокислоты облагораживают вкус и запах продукта в большей степени, чем заменимые. Эффективно также применение рибонуклеотидов.

Показатели качества продукта – вкус и аромат – предусматриваются во всех государственных стандартах. В последние два десятилетия проводятся обширные исследования по изучению их природы. Однако в настоящее время нет инструментальных методов оценки этих показателей. Весьма важным направлением в исследовании ароматических свойств продуктов является изучение общего профиля аромата посредством газохроматографического анализа газовой фазы, образующейся над поверхностью продукта. В последнее

время проводятся работы по внедрению в промышленности научно обоснованных методов органолептической оценки вкуса и запаха мясных продуктов. Такой контроль, проводимый на научной основе, несомненно, явится предпосылкой повышения качества продукции.

Консистенция мяса

К основным положительным качественным показателям консистенции мяса относят нежность, мягкость, сочность. Эти свойства могут быть обнаружены после кулинарной обработки продукта, однако они могут быть определены и в сыром мясе. В настоящее время консистенция и нежность оцениваются потребителем высоко, и он предпочитает их аромату, вкусу и окраске.

В связи с тем, что в мясном сырье вода является дисперсионной средой, его свойства находятся в прямой зависимости от ее содержания и формы связи влаги с дисперсными частицами. Общеизвестно, что качество мяса характеризуется не общим содержанием воды, а ее количеством в связанной форме. Влагосвязывающая способность относится к числу важнейших факторов, определяющих качество мяса. Доказано, что сочность, нежность, вкус и другие товароведно-технологические свойства во многом зависят от способности продукта удерживать воду. В связи с этим исследование водосвязывающей способности мяса имеет важное практическое значение при изучении качества мяса на различных этапах производства и хранения.

Экспериментальными исследованиями установлена связь между окраской и сочностью мяса. Мясо с более темной окраской отличалось большей сочностью и меньшими потерями сока при варке. Такое мясо имело более высокий рН, что увеличивает водосвязывание.

Нежность мяса уменьшается с увеличением содержания в туше тощего мяса или с сокращением мраморности. Мраморность не влияет на нежность мяса молодняка до 18 мес., однако для животных в возрасте 2–7 лет она способствует увеличению нежности мяса. Сочность мяса зависит от содержания жира внутри мышечных волокон, между мышцами и группами мышц. Мясо без мраморности отличается сухостью: на сочность мяса влияет также его консистенция.

Существует взаимосвязь между изменением длины мышцы после убоя животного и нежностью говядины; максимальная жесткость

вареного мяса отмечается при сокращении мышечных волокон на 35–40%. Увеличение же длины мышц на 25–30% первоначальной длины значительно снижает его жесткость. Установлена зависимость между длиной саркомеров и нежностью мяса. У вертикально подвешенных туш саркомеры имеют большую длину, чем у горизонтально подвешенных. При сокращении мышц длина саркомера сокращается, диаметр волокон возрастает и нежность снижается.

Существует связь между жесткостью мяса и степенью сокращения миофибрилл. Увеличение жесткости мяса обусловлено сокращением мышц. Состояние сокращения мышечной ткани определяется длиной саркомеров. Определен коэффициент корреляции, равный 0,64, между длиной саркомеров и нежностью, измеряемой по объективным показателям. Таким образом, изменение длины саркомеров при технологической обработке, может влиять на изменение нежности в 40% случаев.

Установлено, что если мышца во время окоченения находилась в растянутом состоянии, то ее нежность после варки была более высокой. Степень растяжения воздействует не только на поперечные мостики, но и на диски J-Z, на фрагментацию миофибрилл и в конечном итоге на нежность мяса. Зависимость нежности от длины волокон может быть объяснена взаимным расположением нитей миозина: при увеличении длины волокон нити актина проскальзывают между нитями миозина.

За время посмертного окоченения возникают поперечные связи между миозином и актином и распад Z-дисков саркомер. Изменения миофибриллярной системы в значительно большей степени влияют на нежность, чем изменения соединительной ткани.

На длину саркомер влияет, в частности, способ подвешивания полутуш. Отвергается существующий способ подвешивания полутуш за ахиллово сухожилие как отрицательно влияющий на нежность мяса. Техника обычного подвешивания за ахиллово сухожилие позволяет всей массе длинных спинных мышц и задних конечностей сокращаться, в то время как поверхностные мышцы (например, поясничная) находятся в растянутом состоянии.

На нежность мяса влияют скорость и степень послеубойного гликолиза. При резком снижении величины рН белки саркоплазмы подвергаются частичной денатурации. При достижении конечного рН от 5,5 до 6,0 нежность уменьшается. Однако при увеличении рН

до 6,0 и выше нежность увеличивается, а при рН 6,8 нежность становится чрезмерной и мясо приобретает желеобразную консистенцию. Это обусловлено более высокой влагосвязывающей способностью мышечных белков и более высокой степенью их набухания. Основная роль в удержании влаги мышечной тканью принадлежит белкам миофибрилл, растворимость которых зависит от рН. При нормальном рН мяса в раствор переходит 88,5% белков миофибрилл, а при низком рН – лишь 11%.

Проведены исследования с целью установления связи между изменением рН и нежностью мяса. Изменение величины рН непосредственно после убоя показало, что мышечная ткань с низким рН (5,8–6,2) была более жесткой и требовала более длительного созревания для существенного снижения жесткостных характеристик, чем ткани с высоким значением рН (6,7–7,1). Вместе с тем в одной мышце различия в значениях рН составили до 0,5 единицы.

Установлена возможность использования величины рН для определения жесткостных характеристик мяса. Предложено использование рН говядины сразу после убоя для определения продолжительности созревания. рН измеряют в мышцах по линии разреза полутуши.

Механические свойства мяса являются функцией структуры и его химического состава. Из всех пищевых продуктов мясо имеет наиболее сложную структуру. В мускулатуре трех видов убойных животных имеется более 300 мышц, различных по составу и строению.

В интенсивно работающих мышцах содержание эластина больше, чем в мышцах мало работающих. Нежность в пределах не только одной туши, но и одной мышцы может быть различной, например боковые части длинной поясничной мышцы нежнее, чем срединные. Мускулатура головы, нижней части конечностей, живота, у крупного рогатого скота, частично грудная мускулатура содержит значительное количество соединительной ткани. Содержание эластиновых волокон в соединительной ткани довольно высокое в мышцах брюшной части и ребер. Длиннейшая мышца спины содержит в 2,5 раза меньше белков соединительной ткани, чем полусухожильная и трапецевидная мышцы. Жесткость мяса зависит не только от количества, но и от качества соединительной ткани. Соединительная ткань свинины содержит значительно меньше эластина, чем ткань говядины.

Содержание соединительнотканых белков может служить индек-

сом нежности мяса. Разработаны и модифицированы методы определения оксипролина и триптофана, которые являются показателями содержания белков соединительной и мышечной ткани.

С возрастом животных нежность мяса и содержание соединительной ткани уменьшаются. Это кажущееся противоречие, наблюдаемое до определенного возраста, объясняется тем, что соединительная ткань молодых содержит больше ретикулина и меньше поперечных связей, чем коллаген. Телятина отличается повышенной нежностью по сравнению с говядиной, хотя содержание соединительной ткани в ней выше.

Разработан ряд физических методов оценки нежности мяса, основанных, в частности, на определении усилия резания, проникающего усилия раскусывания, измельчения, растяжения мяса, силы сжатия. С другой стороны, ее необходимо оценивать органолептически, как сочность, мягкость, легкость пережевывания и количество остатка после жевания.

Наибольшее распространение получили приборы, основанные на определении усилия резания. Недостатком этого метода является трудность контроля направления мышечных волокон при резании, идентичной температуры образцов, скорости резания, остроты лезвия. Обычно определяют максимальное усилие резания. При разрезании образцы мяса деформируются до момента, когда прилагаемое усилие переходит в растягивающее напряжение. Разрезающее усилие определяют тензодатчиками и подают на самописец после соответствующего усиления. Направлено изменяют за счет освобождения его от малоценных тканей, хрящей, соединительной ткани, кости.

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

7.3. 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-, микроэлементов, энергетической ценностью и органолептическими свойствами.

Биологическая ценность мяса характеризуется качеством белковых веществ по содержанию и сбалансированности незаменимых аминокислот и переваримости белка, а также качество жиров по содержанию полиненасыщенных жирных кислот и переваримости жиров.

Важным показателем 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 усвоения организмом.

Цвет мяса – один из основных показателей качества оцениваемый потребителем, по которому судят о товарном виде мяса, о некоторых химических превращениях в нем 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.

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

- диаметрия мышечных волокон;
- содержание соединительной ткани, в том числе и мышечной;
- соотношением в составе соединительной ткани коллагеновых и эластиновых волокон;
- состоянием мышечных белков: степенью их гидратации, степенью сокращения миофибрил, 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 кон-

тролируют 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, углеводы и др.) под влиянием различных технологических факторов.

Под ФТС понимают совокупность показателей: величину pH, водосвязывающую, гемобразующую 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.

7.4. Факторы, определяющие качества мяса

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

- природные: вид, возраст, порода, пол, упитанность животных, аналитическое происхождение отруба;
- послеубойные биохимические и физико-химические;
- анатомические и микробиологические изменения окислительные процессы;
- состав мяса у разных видов животных.

Белки – это наиболее ценный компонент мяса, составляющий 95% всех азотистых веществ в организме. По аминокислотному составу они наиболее близки к «идеальным» животным белкам, поскольку содержат все незаменимые аминокислоты в оптимальных количествах и соотношениях.

При длительном отсутствии в рационе мяса и мясных продуктов, других источников животного белка может развиваться белковая недостаточность, которая отрицательно влияет на здоровье: нарушаются функция кроветворения, обмен жиров и витаминов, снижается сопротивляемость к инфекционным и простудным заболеваниям и т.д. У детей длительное голодание и строгое вегетарианство

приводят к задержке роста и умственного развития, у беременных и кормящих женщин – к нарушению формирования плода, ухудшению здоровья матери и ребенка. Вегетарианство и голодание нежелательны в активный период жизни, для людей, имеющих значительные физические нагрузки: шахтеров, металлургов, спортсменов и др.

Рекомендуемая доля животных белков в рационе взрослого человека составляет в среднем 55% от их общего количества. Показано, что сочетание животных и растительных белков в рационе обладает большей биологической активностью, чем их раздельное применение. Кроме того, совместное потребление животных и растительных белков увеличивает их усвояемость. Оптимальное содержание общего белка в суточном рационе составляет в среднем 12% калорийности рациона, что примерно соответствует 85 г.

Рекомендуемые нормы потребления мяса и мясопродуктов в среднем на душу населения составляют 232 г в день, или 85 кг в год (включая потребление субпродуктов второй категории в количестве 4 кг в год).

Липиды (жиры). Мясо является одним из основных источников животных жиров в питании человека. В говяжьем и свином жире около 25% пальмитиновой, 20% и 13% стеариновой кислоты, соответственно.

Насыщенные жирные кислоты имеют высокую температуру плавления. Этим объясняется твердое состояние животных жиров. Другие свойства жиров также зависят от свойств жирных кислот, которые, в свою очередь, определяются длиной углеродной цепочки и степенью насыщенности.

Ненасыщенные жирные кислоты подразделяются на моно- и полиненасыщенные. Среди мононенасыщенных наиболее распространена олеиновая кислота, в наибольшем количестве она содержится в свином (43%) и говяжьем жире (37%), а также в мясе гусей (11–16%).

Особая роль принадлежит полиненасыщенным жирным кислотам: линолевой, линоленовой и арахидоновой, которые не синтезируются в организме человека, а должны поступать с пищей, поэтому называются незаменимыми.

Во многих странах начинается производство мясных продуктов с добавкой у-линолевой кислоты, других полиненасыщенных жирных кислот с целью профилактики и комплексного лечения липидозависимых заболеваний. Новым направлением является также исполь-

зование изомеров линолевой кислоты, так называемых, конъюгированных (сопряженных) кислот, являющихся биологически активными веществами.

В мясе и мясных продуктах полиненасыщенные жирные кислоты содержатся в незначительных количествах, основной их источник – это растительные масла. Смещения жирнокислотного состава мяса в сторону увеличения фракции ненасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот можно добиться путем целенаправленного сбалансированного кормления животных.

Содержание фосфолипидов в мясе составляет около 0,8%, в птице – 0,5–2,5%, наибольшее их количество находится в яйце – 3,4%. Оптимальное суточное потребление фосфолипидов с пищей – 5 г.

Холестерин – это важнейший представитель липоидов. Он является структурным компонентом клеток и тканей, предшественником в биосинтезе витамина D, ряда гормонов, принимает участие в обмене желчных кислот и других процессах жизнедеятельности организма. Однако, как известно, повышенный уровень холестерина в крови служит фактором риска возникновения атеросклероза.

70–80% холестерина образуется в печени, других тканях организма. Остальную его часть человек получает с пищей. Больше всего холестерина содержится в яйце – 0,57%, печени – 0,13–0,27%, почках – 0,2–0,3%, сердце – 0,12–0,14%, в мясе сельскохозяйственных животных – в среднем 0,06–0,10%. Рекомендуемое содержание холестерина в суточном рационе человека – 500 мг, а для лиц, предрасположенных к атеросклерозу – до 300 мг.

Животные жиры являются основными источниками витаминов А, D и способствуют их усвоению в организме. Таким образом, животные жиры и их отдельные компоненты играют важную роль в процессах жизнедеятельности человека, при условии их разумного потребления.

Мясо и мясные продукты не являются источником углеводов в питании человека, они содержат сравнительно небольшое количество полисахарида гликогена.

Витамины. Наибольшее количество витаминов находится в печени – это настоящая кладовая биологически активных веществ. Например, содержание аскорбиновой кислоты в говяжьей печени такое же, как в наиболее распространенных ее источниках: капусте, картофеле, зеленом горошке, луке перо. В целом мясо – не витаминный

продукт в питании человека, вместе с тем, обращает на себя внимание высокий уровень тиамин в свинине, витаминов группы В – в печени, что необходимо учитывать при составлении сбалансированных рационов питания.

Следует также отметить, что некоторые витамины мяса активно участвуют в усвоении других нутриентов. Так, например, аскорбиновая кислота способствует усвоению железа и проявлению его.

Характеристика продуктов питания - фармакологическая активность. Этим можно объяснить эффективность включения в рацион печени при ряде заболеваний, учитывая высокое содержание в ней как аскорбиновой кислоты, так и активного железа.

Исходя из имеющихся данных о химическом составе мяса, усредненные показатели его пищевой ценности представлены в табл. 8.

Таблица 8. Показатели пищевой и энергетической ценности мяса, в 100 г продукта

Вид или подгруппа продуктов	Белки, г	Жиры, г	Угле- воды, г	Энергети- ческая цен- ность, ккал
Говядина первой категории	19	16	-	220
Говядина второй категории	20	10	-	170
Баранина первой категории	16	16	-	208
Баранина второй категории	20	10	-	170
Свинина беконная	17	29	-	329
Свинина мясная	14	33	-	353
Свинина жирная	12	49		489
Телятина	20	2		98
Конина	19,5-20,9	4,1-9,9		
Оленина	19,5-21,0	4,5-8,5		
Мясо лоса	21,4			
Верблюжати́на	18,9			
Буйволятина	19,0-20,8	5,8-13,2		
Мясо сайгака	21,2			
Мясо кролика	21,1	12,9		

Минеральные вещества. Минеральные вещества в мясе представлены определенным качественным составом. В мясе высоко содержание железа, биодоступность которого намного выше по сравнению с железом продуктов растительного происхождения. Железо из мясных продуктов усваивается организмом на 30%, из растений – на 10%. Этот факт объясняется тем, что растительные продукты, в отличие от животных, содержат фосфаты и фитин, которые, соединяясь с железом, образуют труднорастворимые соли и препятствуют его усвояемости. Мясо также является одним из основных источников серы, содержание которой пропорционально содержанию белков. Потребность человека в сере – около 1 г в сутки.

Другие минеральные вещества в составе мяса характеризуются хотя и незначительным, но широким и сбалансированным присутствием (табл. 9).

Таблица 9. Содержание минеральных веществ в мясе

Вид мяса	Содержание минеральных веществ, мг%					
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe
Баранина I категории	60	270	9	18	178	2,0
Баранина II категории	75	345	11	22	215	2,3
Говядина I категории	60	315	9	21	108	2,6
Говядина II категории	65	334	10	23	210	2,8
Свинина беконная	57	272	8	24	182	1,8
Свинина жирная	40	189	6	17	130	1,3
Свинина мясная	51	242	7	21	164	1,6
Телятина I категории	108	344	11	24	189	1,7
Мясо кролика	-	364	7	25	246	4,4

Контрольные вопросы

1. Промышленное понятие о мясе.
2. Тканевый и химический состав мяса.
3. Пищевая биологическая ценность.
4. Органолептические и технологические показатели качества мяса.
5. Факторы, определяющие качества мяса.
6. Роль мяса в питании человека.

8. АВТОЛИТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЯСА

8.1. 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 (греческое, 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 свойства мяса развивается в определенной последовательности в соответствии с основными стадиями автолиза: научное состояние – посмертное окончание (rigor mortis) – разрешение посмертного окоченения – созревание – глубокий автолиз.

Основным внешним признаком автолиза является изменение прочных свойств мяса. Парное мясо (3-4 ч. После убоя) характеризуется нежной консистенцией. В течении первых суток после убоя развитие посмертного окоченения (при 0-4°C) приводит к росту механической прочности мяса.

На стадии разрешения окоченения (после 2-суток автолиза при 0-4°C), 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 автоматических превращений мяса лежат изменения углеводной системы.

8.2. Автоматические изменения углеводов, их значение

После убоя ресинтез гликогена в мясе не осуществляется в связи с отсутствием поступления кислорода, и начинается его сенаэроб-

ный распад по пути фосфоролиза и аминоллиза с образованием молочной кислоты и глюколиза.

Через 24 часа гликолиз приостанавливается вследствие истощения запасов АТФ и накопления органических кислот.

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

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

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

Величина pH мяса является важнейшим показателем его качества, т.к. 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 pH мяса к изо-электрической точке белков (4,7-5,4);
- происходит набухание коллагена соединительной ткани: гена соединительной ткани;
- повышается активность катепсина (оптимальное pH 5,3), вызывающих гидролиз белков на более поздних стадиях автолиза.

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

8.3. 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: консистенция, 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 десфосфорилирования обеспечивает сокращение миофибриллярных белков.

Непосредственно после убоя количество АТФ в мясе велико, Ca^{2+} связан в саркоплазматическом ретикулуме мышечного волокна, актин находится в глубокой форме и не связан с миозином, что обуславливает расслабленное состояние волокон, большое количество гидрофильных центров и высокую ВСС белков. Сдвиг pH мяса в кислую сторону запускает механизм превращения миофибриллярных белков:

- ионы кальция выделяются из каналов саркоплазматического ретикулина, концентрация их возрастает;
- ионы кальция повышают АТФ – азную активность миозина;
- глобулярный актин (C_1 -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 комплекта и сокращения миофибрилл и мышечных волокон.

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

Таким образом, снижение ВСС в период посмертного окоченения обусловлено не только сдвигом pH среды к изоэлектрической точке мышечных белков, но и уменьшением числа гидрофильных центров сократительных белков в связи с образованием актиномизина.

Важнейшими последствиями окоченения мышц являются:

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

Посмертное окоченение мяса сопровождается снижением его качества за счет ухудшения органолептических, технологических

свойств и биологической ценности за счет ферментативных превращений белков и других веществ мяса.

Парное мясо имеет слабо выраженный вкус и аромат. В ходе созревания происходит образование и накопление продуктов фермента и накопление 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 создании окоченения.

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

Парное мясо характеризуется высокими технологическими свойствами, водосвязывающей (эмульгирующей) способностью.

В процессе созревания мяса, процессы протеолиза выступают на первый план, их интенсивность определяется количеством протеолитических ферментов в мышечной ткани и 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.

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 переваримости белков за счет разрушения актомиозинового комплекса;
- улучшение разваривания коллагена;

- формирование вкуса и аромата 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.

Парное мясо отличается нежной консистенцией, высокой переваримостью белков.

Вкус и аромат слабо выражены вследствие малого количества предшественников вкуса и аромата. По этой причине парное мясо мало пригодно для изготовления натуральных полуфабрикатов.

Как правило, в мясе с нормальным развитием автолиза его нежность и ВСС достигают оптимум, а через 5-7 суток хранения при 0-4°C, вкус и аромат – к 10-14 сут.

В связи с этим продолжительность созревания мяса выбирают в зависимости от способа дальнейшего технологического использования сырья. При этом необходимо учитывать возможность микробной порчи охлажденного мяса в процессе хранения.

8.5. Влияние различных факторов на скорость автолитических изменений мяса

Скорость автолитических процессов зависит от особенностей животного организма перед убоем. В говядине полное развитие окоченения наступает через 18-24 ч. при температуре 0-4°C. В свинине посмертное окоченение происходит быстрее – через 16-18 ч. автолиза вследствие замедленного теплоотвода за счет наличия слоя шпига; в мясе кур – через 5 ч; индеек – через 8 часов.

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

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

Важнейшим внешним фактором, определяющим скорость биохимических

мических процессов, является температура окружающей среды: в мышцах животных при $t=15-18^{\circ}\text{C}$ максимум окоченения наступает через 10-12 ч, а при $t=0-4^{\circ}\text{C}$ – через 18-24 часа.

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

Быстрое замораживание парного мяса также тормозит скорость ферментативных автолитических процессов. Эти технологические процессы дают возможность устранить или свести к минимуму последствия посмертного окоченения, т.е. стабилизировать свойства парного мяса.

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

Контрольные вопросы

1. Понятие об автолизе.
2. Автолитические превращения мышечной ткани.
3. Стадии автолиза. Изменения в углеводной и белковой системы мяса при автолизе.
4. Факторы, влияющие на интенсивность автолитических превращений.
5. Изменение органолептических и технологических свойств мяса в ходе автолиза.
6. Автолитические изменения жаровой ткани, крови, их значение.

9. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВА МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ФЕРМЕНТОВ МИКРООРГАНИЗМОВ

9.1. Механизм гнилостной порчи и ее влияние на качество мяса

Мясо относится к скоропортящимся продуктам, которые при обычных условиях не выдерживают длительного хранения. В процессе хранения оно может подвергаться различным изменениям. Одни из них являются желательными и протекают сразу после убоя животного (созревание), другие – нежелательные (загар, гниение, плесне-

вание, ослизнение, свечение и др.). Эти изменения происходят под влиянием физико-химических факторов или под воздействием различных микроорганизмов.

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 дифференцировать 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.

Гниение – самый опасный вид порчи мяса, так как при этом процессе разрушаются белковые соединения и образуются вещества, опасные для человека. Из составных частей мяса гниению наиболее подвержены мышечная ткань и субпродукты.

Соединительная, жировая, костная ткань значительно реже подвергаются этому процессу, так как содержат малобелковых веществ.

Гниение мяса, как и других органических азотистосодержащих продуктов, обуславливается деятельностью гнилостных микроорганизмов. Гнилостные микроорганизмы могут быть как аэробы, так и анаэробы. Они выделяют ферменты, расщепляющие белки – протеазы. К ним относят аэробы – *B. Pyocyaneum*, *B. Mesentericus*, *B. Subtilis*, *B. Megatherium*, *B. Mycoides*, *B. Streptococcus*, *B. Stafilaccoccus*, анаэробы – *B. Putrificus*, *B. Hostiolyticus*, *B. Perfringens*, *B. Sporogenes*. Белки расщепляются ферментами гнилостных микроорганизмов вначале на полипептиды и пептиды, затем образуются пептоны и аминокислоты.

Аминокислоты распадаются до индола, скатола, меркаптана, аммиака, алифатических и жирных кислот. Последние расщепляются до углекислоты, воды и метана. Образование из аминокислот промежуточных и конечных продуктов распада происходит по схеме реакций гидролиза, окислительного и восстановительного дезаминирования. Пептиды расщепляются аэробами и анаэробами. Способностью расщеплять аминокислоты обладают аэробные виды микроорганизмов: *B.*

Feculis alcaligenes, *B. Proteus jenzei*, *B. Lactos aerogenes*, *B. Aminoplibus*, *B. Coli*. В процессе гниения могут участвовать и плесневые грибы.

Катализируемые ферментами гнилостной микрофлоры дезаминирование и декарбоксилирование тирозина и триптофана приводит к образованию, помимо аммиака и углекислого газа, крезола, фикола, скатола, индола, которые являются ядовитыми и резко ухудшают запах мяса.

Распад серосодержащих 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 геогеониоглобин 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 коллагенозы и гиалуронидазы, выделяемых некоторыми микроорганизмами, происходит гидролиз коллагена и распад мукополисахаридов, что отражается в микроструктуре мяса, его консистенции.

Таким образом, развитие гнилостной микрофлоры сопровождается распадом белков, разрушением аминокислот, в т.ч. и незаменимых, накоплением продуктов их превращений, что понижает пищевую и биологическую ценность мяса, резко ухудшает его цвет, консистенцию, способствуют вредным для человека веществ и делает мясо непригодным в пищу.

Оценку свежести мяса проводят на основании результатов органолептических, физико-химических (содержание летучих жирных кислот, результат реакции с 5%-ным раствором сернокислой меди в бульоне) и микробиологических (результат бактериоскопии мазков - отпечатков) показателей.

Мясо считают свежим, если органолептические показатели и проба-варки (внешний вид, цвет, консистенция, запах, а также прозрачность и аромат бульона) соответствует свежему мясу.

9.2. Факторы, определяющие устойчивость мяса к микробиальной порче

Интенсивность развития микробиологических процессов зависит от состава и свойства мяса: вида сырья, содержание в нем воды, величина pH, активности воды, состояния поверхности (наличия нарезов, корочки подсыхания и др.).

Продукты с пониженным содержанием влаги легче противостоят микробиальной порче. Из общего количества воды, содержащегося в пищевом продукте, бактерии, дрожжи, плесени могут использовать для своей жизнедеятельности лишь определенную «активность воды».

Активность воды – это характеристика самого продукта, обусловленная химическим составом и гигроскопическими свойствами его, чем прочнее связана влага с материалом, тем меньше величины P (поверхность продукта) и, наоборот, для свободной воды P достигает значения P_0 (поверхность отрицательна). Уменьшение активности воды замедляет рост микроорганизмов до тех пор, пока на определенном уровне он практически не останавливается.

При хранении охлажденного мяса необходимо создать на его поверхности корочку подсыхания, более устойчивую к действию микрофлоры и задерживающую распространение ее в глубину.

Снижение pH мяса в ходе автолиза с 7,0 до 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 pH.

Важнейшим фактором, определяющим сохранность мясного сырья, является его начальная микробиальная объемность. Инфицирование мясных туш и других продуктов убоя происходит экзогенным и эндогенным путем эндогенное обсеменение микроорганизмами тканей и органов может происходить на всех стадиях технологической обработки в период обескровливания, съемка шкуры, нутровки, шпарки, туалета, при использовании грязного инструмента, низком уровне личной гигиены рабочих.

На развитие микроорганизмов в мясе существенным образом влияют такие внешние факторы, как относительная влажность воздуха и температура.

Знание факторов, определяющих интенсивность развития микроорганизмов, позволяет использовать в технологической практике приемы, способствующие торможению и предотвращению микробной порчи мясного сырья и продуктов. Эти приемы направлены на устранение возможности попадания микроорганизмов в мясо и создании неблагоприятных условий для их размножения.

10. СПОСОБЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ МЯСА

10.1. Понятие о концепции барьерной технологии пищевых продуктов

Наиболее приемлемым из всех известных методов консервирования мяса и мясопродуктов является консервирование холодом, при котором продукты в основном сохраняют пищевые и вкусовые свойства. В продукте резко замедляется физико-химические и биохимические процессы, а также подавляется, либо замедляется развитие различных микроорганизмов. Кроме холода, для остановки этих процессов можно применять следующее:

- высокие температуры;
- антисептики;
- ультрафиолетовое и радиоактивное облучение;
- СВЧ-нагрев;
- сублимационную сушку.

Однако на практике предпочтение отдают холодильной обработке не только мяса, но и других продуктов. Каждый метод консервирования мяса и других продуктов должен отвечать определенным требованиям. В первую очередь, он должен быть безвредным, сохранять доброкачественность и пищевую ценность, не снижать органолептических показателей.

Современные способы обработки мяса и мясопродуктов 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 (называя 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.

Концепция справедлива как для традиционных пищевых продуктов, так и для новых продуктов, для которых барьеры тщательно подбираются, и затем целенаправленно используются.

Примером традиционной комбинации барьеров может служить копчение мясопродуктов, где сочетаются консервирующее действие обезвоживания, соли и бактерицидных веществ копильного дыма.

К барьерным факторам консервирования мяса и мясопродуктов относятся применение высокого гидростатического давления, комбинирование тепловой обработки, давления и ультразвука; воздействие импульсного электрического тока и др. К другой группе перспективных барьеров относятся «природные консерванты», такие как экстракты пряностей, лизоцим и др.; применение методов биотехнологии, в частности, направленное использование микроорганизмов.

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. Способы торможения и предотвращения микробиальной порчи мяса и мясопродуктов.
5. Понятие о концепции барьерной технологии пищевых продуктов.
6. Важнейшие факторы и их возможные комбинации.

11. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ МЯСА ПРИ ХОЛОДИЛЬНОЙ ОБРАБОТКЕ

11.1. Способы холодильной обработки мяса

Использование умеренного холода способствует значительному замедлению биохимических и химических процессов, протекающих в сырье, а также снижению активности микроорганизмов. Одновре-

менно происходят и массообменные процессы, вызывающие испарение влаги.

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 ГС 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°C до 0–4°C 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.

Темп понижения температур на начальной стадии охлаждения оказывает значительное влияние на качественные показатели мяса. Быстрое охлаждение считается целесообразным по причине необходимого ограничения химических, биохимических и микробиологических процессов.

Однако очень высокие скорости охлаждения могут вызвать отрицательный эффект холодного сокращения мышц (cold shortening) и связанную с ним жесткость мяса. Это происходит при охлаждении говядины, баранины или птицы, если температура снизилась ниже 11°C прежде, чем величина рН стала ниже 6,2.

Наиболее широко в промышленной практике используется воздушное охлаждение мяса при близкриоскопических температурах (0–4°C). 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°C 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°C.

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°C.

Верхний температурный предел обусловлен невозможностью развития микроорганизмов при температуре минус 12°C 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.

11.2. 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 ($t_{кр} = \text{минус } 1,2^\circ\text{C}$) 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 разви-

ваться с меньшей активностью. Наиболее устойчивы к действию низких положительных температур психрофильные аэробы (*Pseudomonas*). Таким образом, охлаждение мяса до температур (0-4°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°C наблюдается через 20-30 суток хранения, а при 16°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 говья-

дины, 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°C быстрее, чем величина рН изменяется до 6,2 то наступает холодовое сокращение мышц. Для свинины подобное явление не наблюдается, так как температура 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.

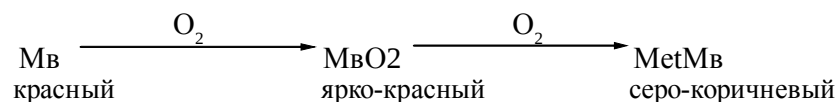
При низком темпе охлаждения (медленное охлаждение) возможно появление такого вида порчи мяса как загар. Под загаром понимают процесс, происходящий под влиянием тканевых ферментов, который следует рассматривать как атипично протекающий автолиз. Загар возникает при охлаждении мяса в условиях медленного 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 пригодно для переработки и потребления.

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

Химические изменения – 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 – 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%).

11.3. 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 ($t_{кр} = \text{минус } 0,6-1,2^\circ\text{C}$ 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°C. Но даже при минус 30°C 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 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°C, перераспределение воды и образование крупных кристаллов можно предотвратить при быстром понижении температуры в этом интервале.

Образование кристаллов льда независимо от их размеров всегда сопровождается 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, чем медленнее теплоотвод, тем значительнее перенос влаги. Перемещение влаги в свою очередь влияет на состояние белков.

11.3.1. Влияние замораживания на микроорганизмы

Кристаллизация влаги является одной из причин гибели микроорганизмов при замораживании. Замораживание не обеспечивает стерильности продукта, так как некоторые микроорганизмы приспосабливаются 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 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:

- нарушение обмена веществ;
- повреждения структуры клеток.

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

Изменение структуры тканей – 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 про-

странство, 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 миофибриллярные 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 заряда 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 – 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°C, о чем свидетельствует возрастание количества амино-аммиачного 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°C выросло на 0,2, а при минус 8°C - 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, 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 полутуш для длительного хранения.

Химическое взаимодействие компонентов мяса с кислородом воздуха приводит к существенным изменениям качества мяса. Глубина этих изменений в значительной степени определяется условиями и длительностью хранения мяса.

Окисление миоглобулина кислородом, а также увеличение концентрации пигментов в поверхностном слое вследствие его пересыха-

ния 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 сроков хранения мяса. Так как интенсивность этих изменений определяется температурой и видом жира, допустимая продолжительность хранения мороженого мяса также зависит от этих факторов.

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.

Таким образом, 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 оттекания 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 оттекания 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°C);

- направлять на замораживание парное сырье или охлажденное на начальной стадии созревания.

Контрольные вопросы

1. Способы холодильной обработки мяса.
2. Изменение органолептических, физико-химических, технологических свойств мяса, пищевой ценности в ходе автоматических, микробиологических процессов и взаимодействию с окружающей средой при охлаждении и хранении мяса и мясопродуктов в охлажденном виде.
3. Влияние процессов кристаллизации, рекристаллизации влаги и сублации льда при замораживании и хранении на показатели качества мяса при размораживании.
4. Обработка мяса и мясных продуктов тепловым воздействием.

12. ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ МЯСНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПОСОЛЕ МЯСА

12.1. Химический способ консервирования мяса

Посол мяса, как один из способов консервирования мяса, используют при выработке колбасных и мясных изделий. Он основан на

свойстве соли даже в небольших концентрациях создавать высокое осмотическое давление, которое способствует обезвоживанию клеток микроорганизмов, а также бактериостатическому воздействию ионов хлорида натрия на жизнедеятельность бактерий. Для посола используют поваренную соль или ее рассол, а также специальные смеси, в которые входят нитриты, оказывающие тормозящее действие на развитие микроорганизмов.

Нитрит натрия и сахар используют в качестве ингредиентов при составлении посолочных смесей не столько в качестве консервантов, сколько для сохранения присущего мясу розово-красного цвета, поскольку соль вызывает его обесцвечивание.

Действие нитритов - солей азотистой кислоты – на гемоглобин (миоглобин) заключается в том, что в отсутствие кислорода воздуха и на фоне восстановительных процессов они образуют особое соединение NO-гемоглобин (нитрозогемоглобин). Во время варки соленого мяса это соединение переходит в NO-миохром (нитрозо-миохром) также красного цвета. Нитрозогемохром неустойчив к кислороду воздуха и свету. В готовом продукте содержание нитрита натрия не должно превышать 0,003...0,005%. Сахар в посолочной смеси смягчает соленость мясопродуктов, поскольку он легко окисляется и тем самым предохраняет нитрит от окисления. Кроме того, он способствует сохранению розово-красного цвета мяса и развитию полезной микрофлоры.

В качестве восстановителя в посолочную смесь входит аскорбиновая кислота. Посолочная смесь включает также глутамат натрия (E621) – усилитель вкуса, который повышает нежность мяса и способствует сдвигу pH в нейтральную сторону, и полифосфаты (E450) – стабилизаторы консистенции, их добавляют в сырье в количестве, не превышающем 0,3% его массы.

Посол мяса осуществляют тремя способами: сухим (сухой посолочной смесью), мокрым (рассолом) и смешанным (комбинация сухого и мокрого посола) с предварительным шприцеванием и без него.

Сухой посол используют для посола сырья с высоким содержанием жировой ткани (пшика). Сырье нарезают на куски, натирают посолочной смесью и плотно укладывают в тару, пересыпая каждый ряд посолочной смесью. Верхний ряд засыпают слоем соли толщиной 20 мм. Шпик кладут выше краев тары с учетом усадки. Через 3 дня после усадки тару укупоривают. Общий расход соли с учетом насыпки на дно 13% массы сырья, выдержка 14...16 сут. При сухом

посоле продукты становятся жесткими, просаливаются неравномерно, обезвоживаются, но хранятся долго. Потери массы достигают 8...12%.

Мокрый посол рассолом разной концентрации используют для посола отрубов мяса. Перед укладкой отрубов в тару для посола их шприцуют для ускорения процесса. Существует несколько способов шприцевания: игольчатый – путем уколов иглами, струйный и через кровеносную систему. При игольчатом шприцевании применяют полую иглу с острым наконечником и отверстиями в стенке; при шприцевании через кровеносную систему используют иглу с центральным отверстием. Для струйного шприцевания применяют насадки с отверстиями размером 0,1...0,3 мм, через которые рассол выходит в виде струи под высоким давлением.

После шприцевания отрубы укладывают в тару и заливают охлажденным (до 2...4°C) рассолом. Продолжительность посола со шприцеванием 2...3 сут. После выдерживания в рассоле мясо вынимают и оставляют на 3...5 сут. для стекания рассола и дальнейшего созревания.

Мокрый посол позволяет получать продукт с умеренным и равномерным содержанием соли и более нежной консистенции. Соль при мокром способе посола проникает в мышцы быстрее, чем при сухом. Кроме того, этот способ позволяет регулировать концентрацию соли в продукте. В основном мокрый посол используют для консервирования окороков и корейки, вареных и кончено-запеченных продуктов.

При посоле с применением шприцевания посолочные вещества распределяются в мясе на две фазы: непосредственно при шприцевании и при последующей обработке продукта. Для ускорения второй фазы используют интенсивное механическое воздействие; тумблирование (обработка продукта в тумблерах с горизонтальной осью вращения); массирование (разновидность перемешивания в массажерах или в лопастных мешалках) и вибрацию. Вибрационное воздействие применяют как самостоятельную операцию или в сочетании с другими видами обработки.

12.2. Общая характеристика посола

Посол в мясной промышленности используют как способ консервирования сырья (шкур, кишок, реze мяса), а также как способ об-

работки 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 (пшиг соленый и др.), при изготовлении сыровяленых и сырокопченых колбас. Мокрый посол используют при консервировании шкур, производстве соленых мясopодуKтов (копченостей). Смешанный посол нашел применение в технологии соленых мясopодуKтов, 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 мясopодуKтов 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°C), 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 микробного 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.

12.3. 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 принимают 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 concentra-

ций 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 существенному 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.), многоигольное 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 меха-

ническом 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 массажах, 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.

12.3.1. 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 точкой 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, протекающего с небольшой скоростью. При температуре 0-4°C, поддерживаемой в камерах посола мяса, для этого требуется не менее 12 час.

12.3.2. Изменение окраски мяса при посоле

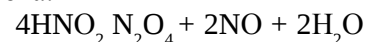
Хлористый натрий ускоряет окислительные процессы, в ходе которых накапливаются различные производные гема-простетической части мышечного пигмента миоглобина. В связи с этим при посоле мышечная ткань теряет свою естественную окраску и приобретает серовато-коричневую с различными оттенками.

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.

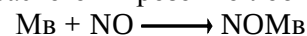


В кислой среде, характерной для мяса, эта реакция сдвинута вправо. Азотистая кислота восстанавливается под действием редуциру-

ющих веществ, содержащихся в мясе, и микроорганизмов до оксида азота.



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

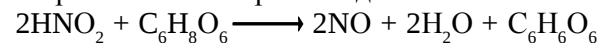


Реакция взаимодействия оксида азота с миоглобином протекает во времени. Ее скорость зависит от температуры и pH среды (оптимум pH 5,2-5,7).

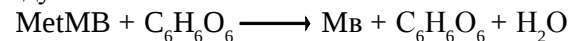
Таким образом, интенсивность окраски мясных продуктов зависит от содержания в них миоглобина и количества образующегося из нитрита оксида азота. Образующийся одновременно с оксидом азота четырехоксид азота является сильным окислителем и окисляет часть миоглобина до метмиоглобина. Из метпигментов нитрозопигменты (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 ней-

трализации раствором пищевой соды. Использование аскорбината натрия предупреждает снижение величины pH 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 *C. botulinum*) и токсигенных плесеней.

12.3.3. Микробиальные 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 микробиальную 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°C.

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°C) 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 pH 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.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика посола.
2. Мясообменные процессы при посоле.
3. Причины и технологическое значение изменения водосвязывающей способности мяса при посоле.
4. Стабилизация окраски мяса при посоле, механизм формирования нитритной окраски.
5. Изменения белков липидов при посоле мясного сырья, их значение.

13. РОЛЬ ТКАНЕВЫХ И МИКРОБНЫХ ФЕРМЕНТОВ.

13. Изменения свойств мяса и мясопродуктов при тепловой обработке

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

13.1. 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°C) и нагрев при повышенных температурах (выше 100°C). 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.

13.2. 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 веществ и витаминов.

14. ИЗМЕНЕНИЯ БЕЛКОВ, ЖИРОВ, ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ВИТАМИНОВ

14.1. Изменение белков

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 а-кон-фигурации полипептидных цепей к более растянутой в-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. 10).

Таблица 10

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

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 pH 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 pH с изоэлектрической точкой белков, что является основной причиной уменьшения их ВСС.

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°C когда мышцы начинают сокращаться. При дальнейшем нагреве наблюдается дальнейшее укорачивание мышц, это явление необратимо.

Основные денатурационные изменения завершаются при достижении температуры 70°C, когда тканевые ферменты утрачивают

свою активность, поэтому при умеренном нагреве конечная температура мясных изделий составляет 65-70°C в центре продукта.

При этой температуре происходит денатурация миоглобина и гемоглобина, сопровождающаяся характерным для сложных белков ослаблением связей между глобином и простетической 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.

нагрев

NOMв глобин + NO-гемохромоген

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 клеежелятиновом производстве, при производстве застудневающих мясопродуктов гидротермический распад коллагена является главным технологическим процессом получения желатина и клеящих веществ.

14.2. 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.

14.3. 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 глютаминовая кислота и ее соли. Даже в очень малых количествах (около 0,03%) эти соединения придают продукту вкус мяса. Глютаминовая кислота образуется при нагреве в слабокислой среде (рН равным 6 и ниже) из глютамина (амида глютаминовой кислоты), содержащегося в мышечной ткани.

Существенное значение в образовании вкуса и аромата мяса играют также инозиновая кислота, креатин, креатинин; меркаптаны, образующиеся в ходе превращений серусодержащих 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 ароматизирующими 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.

14.4. 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.

14.5. 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°C в центре продукта) обеспечивает санитарно-гигиеническую безопасность изделий и повышает их стабильность при хранении.

14.6. Нагрев при высоких температурах

14.6.1. Понятие о стерилизации

Нагрев продукта до температуры выше 100°C в течение регламентированного времени в мясной промышленности применяют либо для консервирования мясopодуKтов 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°C 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°C. 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, сырью с целью его обезвреживания в случае наличия спорогенных болезнетворных бактерий, нужен нагрев при температуре 135°C и выше (например, при стерилизации непищевого сырья в цехе технических фабрикантов в процессе получения кормовой муки).

14.6.2. Влияние нагрева на микрофлору

Нагрев при температурах выше 100°C 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°C в течение 30 мин., а при 115°C – 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 pH. В кислой среде термоустойчивость 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 принимает во внимание.

14.6.3. Изменения в мясе при нагреве

По характеру воздействия на продукт нагрев при температуре выше 100°C 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 экстрак-

тивных веществ, структуры и органолептических показателей продукта. Отличие по сравнению с умеренным (до 100°C) 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 гидролизуются 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°C в течение 48 часов 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.

14.6.4. 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.

14.6.5. 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.

Контрольные вопросы

1. Цель и методы тепловой обработки.
2. Изменение белков мяса при тепловой обработке.
3. Денатурация, агрегация белков, сваривание и гидротермический распад коллагена.
4. Формирование вкуса и аромата продукта при тепловой обработке.
5. Пастеризующий эффект нагрева при умеренных температурах.
6. Понятие о стерилизации.
7. Изменения в мясе при высокотемпературном нагреве.
8. Влияние на микрофлору.

15. ИЗМЕНЕНИЯ МЯСОПРОДУКТОВ 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.

15.1. 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°C до достижения в толще продукта температуры 45-50°C. Обжарке подвергают вареные колбасы, сосиски, сардельки, полукопченые колбасы перед их варкой.

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

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

Холодному копчению при 18-22°C подвергают сырокопченые копчености.

15.2. 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 сосредоточена 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°C. Понижение температуры сопровождается увеличением количества сажи, более темной окраской и ухудшением аромата и вкуса. При температуре выше 300°C 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. 11).

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

Таблица 11

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

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

Копчение следует рассматривать как комплекс взаимосвязанных процессов: собственно копчение, обезвоживание, биохимические изменения и структурообразование. Совокупность протекающих процессов зависит от условий копчения.

Собственно, копчение можно рассматривать как совокупность следующих процессов:

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

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

Следствием адсорбции коптильных 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 коптильных веществ плесени. Бактерицидное действие дыма проявляется, прежде всего, на поверхности продукта, где выше концентрация коптильных 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 коптильного 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 коптильным 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 варено-копченые 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 содержащее 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°C 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 деструкции тканей, к концу холодного копчения в 2,5-3 раза уменьшается соединительная 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.

15.4. 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 коптильные препараты, которые могут значительно отличаться по химическому составу.

Преимущества использования коптильных препаратов:

- отсутствие в коптильных 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 коптильных веществ.

Вместе с этим бездымное копчение имеет ряд недостатков:

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

Контрольные вопросы

1. Понятие о копчении, цель.
2. Изменение органолептических показателей качества мяса при копчении.
3. Бактерицидный и антиокислительный эффект копчения.
4. Сущность биохимических и структурных изменений, происходящих при холодном копчении их влияния на качество сырокопченых мясопродуктов.
5. Понятие о коптильных препаратах.

16. ВЛИЯНИЕ СУШКИ НА СВОЙСТВА МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

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

16.1. 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, копильных 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, снабженных кондиционерами для поддержания требуемых параметров воздуха: температура 12°C, 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.

16.2. Механизм сушки

При сушке вареных изделий (полукопченые, варено-копченые колбасы) процесс не осложняется какими-либо сопутствующими яв-

лениями. 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 высушиванию внешнего и внутреннего слоев.

Скорость сушки внешнего слоя при прочих равных условиях всегда выше чем у внутренних слоев. При этом влагосодержание цент-

рального 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 к 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.

16.3. Изменение свойств мясопродуктов 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 однородности фарша, формированию характерной для этих изделий монолитной структуры.

Вместе с этим протекает противоположно направленный процесс - вторичное структурообразование за счет агрегирования белков на фоне снижения pH 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, серусодержащих 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 коптильных 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 pH 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 pH 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 тем-

ператур 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. Цель сушки при производстве мясопродуктов.
2. Формирование структуры, окраски, вкуса и аромата мясопродуктов.
3. Значение ферментативных процессов при формировании качеств продуктов при сушке.
4. Влияние сушки на микробиологическую стабильность продуктов.

17. ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МЯСА

17.1. Определение степени обескровливания мяса

17.1.1. Определение степени обескровливания мяса по исследованию мышечных срезов под микроскопом

Для уточнения оценки степени обескровливания мяса готовят срезы из мышечной ткани (так же, как при трихинеллоскопии). Срезы раздавливают между стеклами компрессориума и просматривают под трихинеллоскопом. При хорошем или удовлетворитель-

ном – обнаруживают пятнышки крови и наполненные кровью капилляры (С.А. Лубянецкий).

Из исследуемого мяса вырезают маленький кусочек и помещают в фарфоровую луночку. Туда же приливают 5%-ную двояковую тинктуру и стеклянной палочкой разминают мясо. Затем добавляют точно две капли (0,1 мл) 2%-ной перекиси водорода. Через несколько секунд под влиянием каталазы выделяются пузырьки кислорода.

Если мясо обескровлено хорошо, то через минуту на нем образуется тонкая синеватая полоса или реакция вообще отсутствует. Через 3 минуты кусочек мяса пинцетом передвигают в растворе несколько раз и извлекают из него. В зависимости от степени обескровливания раствор приобретает различный цвет: хорошее – желто-коричневый, удовлетворительное – светло-зеленый или зеленый, неудовлетворительное – темно-синий. При плохом обескровливании мяса раствор становится темно-синим и мутным.

Реакцию читают не позднее чем через 5 минут после добавления раствора перекиси водорода.

Обескровливание мяса – весьма ответственная операция, так как от степени обескровливания зависит выход крови, товарное и санитарное качество мяса, а также стойкость его при хранении. Эту технологическую операцию у крупных животных выполняют сразу же после оглушения животного.

Степень обескровливания зависит не только от общего физиологического состояния животного, но и от ряда других факторов: способ обескровливания, неполной перерезки кровеносных сосудов в области шеи и др.

На степень обескровливания туш оказывает влияние способ оглушения животного. При мгновенной смерти, когда останавливается работа сердца, обескровливание будет плохим или удовлетворительным.

Обескровливают животных путем перерезки крупных кровеносных сосудов – яремных вен и сонных артерий. Различают вертикальное и горизонтальное обескровливание.

При вертикальном способе обескровливание гораздо полнее, т.е. получается большой выход крови и туша лучше обескровливается. При горизонтальном обескровливании часть крови может остаться на той стороне, на которой лежит животное.

Существует четыре степени обескровливания мяса:

Хорошая – кровь в кровеносных сосудах отсутствует, поверхность разреза сухая, возможно небольшое количество мясного сока.

Удовлетворительная – обнаруживают небольшое количество крови в мелких кровеносных сосудах, в мышцах крови нет, поверхность разреза влажная.

Плохая – обнаруживают кровь в мелких и средних кровеносных сосудах, при надавливании на поверхность разреза выделяются капли крови.

Очень плохая – обнаруживают кровь в мелких, средних и крупных кровеносных сосудах, серозные оболочки фиолетово-красного цвета, на поверхности разреза выделяется кровь.

Туши от животных, убитых в тяжелом патологическом или агональном состоянии, всегда очень плохо обескровлены.

17.1.2. Определение степени обескровливания мяса по Родеру

Для реакции используют реактив, состоящий из 0,1 мл синьки Лёффлера, 40 мл дистиллированной воды и 0,05 мл насыщенного спиртового раствора фуксина, разведенного в 10 раз водой. В пробирку помещают 3 г хорошо измельченного мяса и приливают 5 мл реактива. Содержимое пробирки взбалтывают несколько раз, затем оставляют в покое на 5 минут и читают реакцию. При хорошем или удовлетворительном обескровливании цвет реактива остается синим, при плохом – смесь принимает коричнево-зеленоватый цвет, а при очень плохом – коричнево-бурый.

17.1.3. Определение степени обескровливания мяса по Загаевскому

Из различных мест туши вырезают пробу общим весом 25 г, ножницами измельчают ее до состояния фарша, растирают в ступке, добавляют 5 мл 0,27N раствора соляной кислоты и продолжают растирать, пока вытяжка не приобретет коричнево-красный цвет. Вытяжку отжимают через марлевую салфетку. 0,5 мл вытяжки наливают в градуированную пробирку гемоглобинометра Сали и приливают по каплям 0,2N раствор соляной кислоты до тех пор, пока цвет не станет одинаковым с цветом стандартной пробирки. Деление пробирки, соответствующее уровню раствора, покажет процент гемоглобина в 0,5 мл вытяжки.

О степени обескровливания мяса судят следующим образом: отличное – 30-40 единиц (делений), хорошее – 41-50, удовлетворительное – 51-65, неудовлетворительное – 66-85, очень плохое – более 86 единиц. В мясе молодняка крупного рогатого скота содержание гемоглобина ниже, чем в тушах животных среднего возраста (3-10 лет), на 8-12 единиц, а в мясе очень старых животных – выше на 5-10 единиц.

Содержание гемоглобина в 0,5 мл вытяжки мяса вынужденно убитых животных от 60 до 80 единиц, а мышц трупа – 100 единиц и более.

Приготовление вытяжки из мяса для биохимических анализов. Для количественных биохимических определений необходима концентрированная водная вытяжка в соотношении мяса и воды 1:4.

Отвешивают навеску мяса в 25 г, мелко нарезают ножницами, растирают в фарфоровой ступке и добавляют немного воды из общего количества 100 мл. Мясную кашу переносят в колбу, ступку промывают оставшимся количеством дистиллированной воды, которую сливают в ту же колбу. Колбу закрывают резиновой пробкой и взбалтывают вновь. Вытяжку сначала фильтруют через три слоя марли, а потом через бумажный фильтр.

17.1.4. Определение pH мяса

В процессе созревания в мясе здоровых животных происходит снижение показателя концентрации водородных ионов. Так pH мышц животного при жизни более 7,2, уже через час после убоя pH мяса равно 6,2-6,3, а через сутки снижается до 5,6-5,8. В мясе больных, переутомленных или убитых в агонии животных, такого резкого снижения pH не происходит.

Величина pH в мясе зависит от содержания углеводов в мышцах в момент убоя животного, а также от активности внутримышечных ферментов.

Определяют pH в мясе двумя способами: потенциометрическим и колориметрическим.

Потенциометрический способ. Исследование проводят согласно инструкции при потенциометре. Можно определить pH потенциометрическим хингидронным методом, непосредственно в исследуемом образце мяса. Для этого свежую поверхность разреза мяса посыпают хингидроном, вкалывают в мясо платиновый электрод и вкладыва-

вают конец агарового сифона; другой конец сифона погружают в сосуд с насыщенным раствором хлористого калия. В остальном метод определения pH такой же, как и в мясной вытяжке.

Колориметрическим способом pH определяют при помощи стандартного набора одноцветных растворов и компаратора. Вначале определяют реакцию среды, что необходимо для выбора индикатора. Для этого мясную вытяжку наливают в фарфоровую чашечку и добавляют 1-2 капли универсального индикатора. Полученный цвет при добавлении индикатора сравнивают со шкалой цветных бумажек, имеющихся в наборе. Реакцию среды можно определять, добавляя к фильтрату 1-2 капли равной смеси 0,1%-ных спиртовых растворов нейтральнорозового и метиленовой синьки: вытяжка с кислой реакцией среды 40 окрасится в фиолетово-синий цвет, а с щелочной – в зеленый. После этого переходят к определению pH. В гнезда компаратора вставляют пробирки и заполняют их следующим образом: в первую и третью пробирки наливают 2 мл фильтрата и 5 мл дистиллированной воды; во вторую пробирку 2 мл фильтрата, 4 мл дистиллированной воды и 1 мл индикатора; в пятую пробирку – 7 мл дистиллированной воды; в четвертую и шестую пробирки – стандартные растворы из набора.

При кислой реакции среды берут индикатор паранитрофенол; при нейтральной или щелочной – метанитрофенол. Стандартные пробирки подбираются таким образом, чтобы цвет их был одинаков с цветом средней пробирки первого ряда. Цифра pH, указанная на пробирке стандартного ряда, соответствует pH исследуемой вытяжки. Если оттенок цвета жидкости в пробирке с испытуемым фильтратом занимает промежуточное положение между двумя стандартными пробирками, то берется среднее между показателями pH этих двух растворов.

В концентрированной мясной вытяжке (1:4) из остывшего мяса здоровых животных pH обычно не превышает 6,2; при заболеваниях преимущественно с хроническим течением pH мяса равен 6,3-6,5; величина 6,6 и выше обнаруживается в мясе животных, убитых при тяжелых патологических процессах. В менее 1 концентрированных мясных вытяжках (1:10) pH мяса здоровых животных может достигать величины 6,4-6,5; в мясе больных – 6,6 и выше. Определение pH колориметрическим люминесцентным способом.

Флюорохромный индикатор акридин изменяет в ультрафиолетовых лучах цвет в зависимости от концентрации водородных ионов. По цвету мясных фильтратов, к которым добавлен раствор акридина, возможно определять pH. Предварительно готовят шкалу фосфатных буферных растворов, состоящую из семи пробирок. В пробирку наливают определенные объемы 1/16 молярного раствора двукратнозамещенного натрия фосфата (11,976 г в 1 л дистиллированной воды) однозамещенного раствора калий фосфата (9,073 г в 1 л дистиллированной воды), после чего в каждую пробирку добавляют по две капли 0,1%-ного спиртового раствора акридина.

Объем реактивов, которые необходимо налить в пробирки, величины pH буферных растворов и их цвет при люминесценции (после добавления акридина) приведены в таблице.

К 2 мл освобожденного от белков мясного фильтра добавляют две капли 0,1%-ного спиртового раствора акридина. Цвет фильтрата с акридином в ультрафиолетовых лучах сравнивают с цветами буферной шкалы.

pH мясного фильтра считается таким, какой имеет соответствующий ему по цвету буферный раствор. Если цвет исследуемого фильтрата не совпадает с цветом какой-либо из буферных жидкостей, то берут среднее между показателями pH двух близких к нему по цвету буферных жидкостей. В отдельных случаях можно устанавливать pH ориентировочно в зависимости от степени близости цветов исследуемого фильтрата в той или иной жидкости сравнения.

17.1.5. Реакция мяса на пероксидазу

Сущность реакции заключается в том, что в присутствии фермента пероксидазы перекись водорода окисляет бензидин. В результате окисления бензидина образуется парахинондиимид, который с неокисленным бензидином дает соединение, окрашенное в голубовато-зеленый цвет, переходящий в бурый.

Активность пероксидазы зависит от pH среды и содержания окисляющих веществ в вытяжке, вследствие чего полного соответствия между бензидиновой реакцией и концентрацией водородных ионов не наблюдается. При pH концентрированных вытяжек (1:4) ниже 6,0 результат реакции с бензидином в большинстве случаев положительный, при pH 6,1-6,2 – сомнительный, а при pH выше 6,2-отрицательный. В вытяжках слабо концентрированных (1:10) положительная

бензидиновая реакция обнаруживается обычно при показателе pH до 6,3; сомнительная – 6,3-6,4; отрицательная – 6,4 и выше. В вытяжках приготовленных в соотношениях с водой, как 1:4 и 1:10, из одной пробы мяса результаты реакции одинаковые.

Ход реакции. В пробирку наливают 2 мл фильтрата, 5 капель 0,2%-ного спиртового раствора бензидина и 2 капли 1%-ного раствора перекиси водорода.

Вытяжка из свежего мяса здоровых животных приобретает зелено-синий цвет, переходящий через несколько минут в бурый. В вытяжках из мяса больных переутомленных и убитых в агонии животных цвет не изменяется, но иногда зелено-синий цвет появляется с большой задержкой и быстро переходит в бурый.

Реакцию на пероксидазу можно ставить и без приготовления вытяжки: на свежий разрез мяса наносят 2 капли 1%-ного раствора перекиси водорода и 5 капель 0,2%-ного раствора бензидина; появление сине-зеленого пятна с последующим переходом в бурое расценивают как положительную реакцию, отсутствие цветного пятна считают за отрицательную реакцию.

В вытяжках из мяса здоровых животных титруемая кислотность значительно увеличивается вследствие накопления молочной, ортофосфорной и других кислот; в мясе больных животных титруемая кислотность возрастает незначительно.

Окисляемость мяса зависит как от количества содержащихся в нем микроорганизмов, так и продуктов распада органических веществ. В созревшем мясе больных животных больше. Таким образом, изменение величин титруемой кислотности и окисляемости имеет противоположное направление. Поэтому коэффициент кислотность-окисляемость остывшего мяса здоровых животных обычно в 2-3 раза выше, чем мяса больных животных.

Ход определения. Для определения титруемой кислотности в колбу наливают 10 мл мясной вытяжки, разбавляют 40 мл дистиллированной воды и титруют 0,1N едким натрием по фенолфталеину. Для определения окисляемости в колбу наливают 50 мл дистиллированной воды, 5 мл 0,4N серной кислоты и 1-2 капли 0,1N марганцовокислого калия (до слабо-розового цвета). Раствор нагревают до 40-50°, к теплomu раствору добавляют 2 мл мясной вытяжки и сразу же титруют 0,1N марганцовокислым калием до розового цвета, не исчезающего 0,5 минуты. Производят пересчет на 10 мл вытяжки, т. е.

количество миллилитров марганцовокислого калия, израсходованное при титровании, умножают на 5. Первый показатель делят на второй и таким образом вычисляют коэффициент кислотность-окисляемость.

Коэффициент кислотность-окисляемость парного мяса равен 0,15–0,20; в созревшем свежем мясе здоровых животных этот показатель равен 0,40-0,60; в созревшем мясе больных животных – 0,20-0,40. Если мясо начинает портиться, то коэффициент кислотность-окисляемость снижается.

17.1.6. Формольная реакция мяса

Мясо животных, убитых после длительной агонии или тяжелого патологического состояния, можно распознавать по показателям формольной реакции. В таком мясе накапливаются продукты распада глобулинов – полипептиды и свободные аминокислоты. Реакция основана на взаимодействии с ними формальдегида.

Приготовление вытяжки из исследуемого мяса. Пробу мяса освобождают от жира и соединительной ткани. Навеску в 10 г помещают в ступку, тщательно измельчают изогнутыми ножницами, приливают 10 мл физиологического раствора и 10 капель 0,1 N едкого натрия. Мясо растирают пестиком. Полученную кашку переносят стеклянной палочкой в колбу и нагревают до кипения для осаждения белков. Колбу охлаждают водопроводной водой, после чего содержимое ее нейтрализуют добавлением пяти капель 5%-ного раствора щавелевой кислоты и пропускают в пробирку через фильтровальную бумагу. Мутную вытяжку фильтруют вторично или центрифугируют.

Если необходимо получить большое количество вытяжки, рекомендуют отвешивать 20 или 30 г мяса и остальные растворы брать в удвоенном или утроенном объеме.

Ход реакции. В пробирку наливают 2 мл вытяжки и добавляют 1 мл нейтрального формалина. Вытяжка из мяса животного, убитого в агонии, тяжело больного или разделанного после падежа, превращается в плотный сгусток; в вытяжке из мяса больного животного выпадают хлопья; вытяжка из мяса здорового животного остается жидкой и прозрачной, иногда появляется слабое помутнение.

Формалин предварительно нейтрализуют 0,1 N едким натрием по индикатору, состоящему из равной смеси 0,2%-ных водных растворов нейтральрота и метиленового голубого до периода цвета из фиолетового в зеленый.

17.1.7. Дать санитарную оценку мяса по результатам исследований

При выявлении признаков, свидетельствующих о том, что животное убито во время агонии (гипостазы, плохое обескровливание, отсутствие реакции на месте зареза), туши и органы подлежат технической утилизации («Правила ветеринарно-санитарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясоспродуктов»).

В мясе от здорового животного отсутствуют патогенные микроорганизмы, pH в пределах 5,7-6,2, реакция на пероксидазу положительная. Подозрительным в происхождении от больного или вынужденно убитого животного считается мясо при pH 6,3 и выше и отрицательной реакции на пероксидазу (те же «Правил»). Для более объективной оценки санитарного качества мяса принимают во внимание обсемененность исследуемых образцов банальной микрофлорой, степень обескровленности и показания физических и биохимических методов.

Мясо, подозрительное в происхождении от больных животных, исследуют на наличие бактерий. Обработка мышечных срезов необходима для размягчения мышечных волокон консервированного мяса (мороженного, соленого, вяленого, копченого). Для обработки используют 5% раствор глицерина, 5% раствор молочной кислоты или 0,5% раствор соляной кислоты. Продолжительность обработки срезов – одна минута. Для этого на мышечные срезы, предварительно разложенные на нижнем стекле компрессориума наносят по две-три капли любого из вышеназванных растворов, и выждав одну минуту их накрывают верхним стеклом и после раздавливания исследуют в обычном порядке.

Для дифференциальной диагностики срезы окрашивают 3%-ным раствором метиленовой сини, приготовленной на уксусной кислоте.

17.1.8. Обработка срезов желудочным соком (по Владимировой)

Определение наличия трихинелл обработкой срезов желудочным соком (искусственное переваривание мышц по Владимировой).

При проведении исследования используют искусственный желудочный сок (ИЖС) который готовят по следующей прописи:

- водопроводная вода (температурой 41-42°C) - 1000 мл;

- кислота соляная концентрированная (уд. масса 1,2) - 10 мл;
- пепсин пищевой свиной (ТУ 10.02.01.111-89) при исследовании свежего мяса и мясоспродуктов – 2,0 г, при исследовании соленого, копченого мяса и мясоспродуктов, шика – 10 г (при использовании пепсина медицинского фармакопейного (Временная фармакопейная статья 42 – 1000 – 80) дозу увеличивают до 20,0 г). Искусственный желудочный сок годен для применения в течение 8 часов с момента приготовления;

- навеску мяса измельчают в мясорубке с диаметром решетки 3-4 мм, переносят в коническую колбу соответствующей вместимости и заливают ИЖС в соотношении 1:15. Колбу помещают в термостат при температуре 41-42°C и выдерживают 5-7 часов, периодически встряхивая. Профильтровать через мелкое сито (или разлить в центрифужные пробирки и центрифугировать). Пастеровской пипеткой осадок с фильтра (или со дна пробирок) перенести на предметное стекло. Исследовать под микроскопом или в трихинеллоскопе.

Результаты: Если в мясе имелись конкременты трихинеллезного происхождения, то в осадке обнаруживаются личинки, освобожденные от капсул.

17.1.9. Выявление бактерий рода сальмонелл в мясных срезах

Сущность метода выявления сальмонелл заключается в определении их характерного роста на элективных средах и установлении ферментативных и серологических свойств сальмонелл.

Выявление сальмонелл проводится в четыре последовательных этапа первичный (прямой) посев, обогащение, посев со среды обогащения и подтверждение.

Первичный посев производится путем посева взвеси исследуемого материала на плотные элективные среды. Эти среды выдерживают в термостате при температуре 37°C и исследуют на присутствие колоний, которые являются типичными или подозрительными на сальмонеллы.

На элективных средах сальмонеллы растут, образуя характерные колонии:

- на фуксин-сульфитном агаре (агаре Эндо) сальмонеллы растут в виде круглых, бесцветных или слегка розоватых прозрачных, или полупрозрачных колоний;

- на эозин-метиленовом синем агаре (агаре Левина) сальмонеллы растут в виде прозрачных, бледных, нежно-розовых или розовато-фиолетовых колоний.

Обогащение проводят путем посева на жидкие селективные среды. Эти среды выдерживают в термостате при температуре 37°C. На селенитовом Ф-бульоне лучшей температурой для накопления сальмонелл является 43°C. Пересев производят после обогащения из жидких сред на плотные селективные диагностические среды, которые после термостатирования при температуре 37°C исследуют на присутствие колоний типичных или подозрительных на сальмонеллы.

На селективных средах сальмонеллы растут, образуя характерные колонии:

- на бактоагаре Плоскирева сальмонеллы растут в виде бесцветных колоний, но колонии более плотные и несколько меньшего размера, чем на среде Эндо;

- на висмут-сульфитном агаре сальмонеллы, как правило, растут в виде черных или коричневых колоний с характерным металлическим блеском. При этом наблюдается прокрашивание в черный цвет участка среды под колонией. Исключение составляют некоторые серологические типы из группы С, которые на этой среде растут в виде нежных светло-зеленых или крупных серовато-зеленых колоний.

Подтверждение наличия бактерий из рода сальмонелл проводят путем определения соответствующих биохимических и серологических свойств колоний.

В случае отсутствия роста бактерий сальмонелл при первичном (прямом) посеве на селективных средах, через 12-24 ч проводят высеивание на селективные среды со сред обогащения: из сред Мюллера, Кауфмана и Киллиана через 12-16 ч, из селенитового Ф-бульона и хлористо-магниевой среды «М» через 18-24 ч.

Содержимое флаконов перед пересевом тщательно перемешивают и высевают штрихом петлей диаметром 2,5-3 мм на чашку с висмут-сульфитным агаром, бактоагаром Плоскирева или агаром Эндо.

Посевы помещают в термостат на 18-24 ч при температуре 37°C, а посевы на висмут-сульфитном агаре – на 48 ч.

При обнаружении на чашках роста подозрительных колоний исследуют три-пять колоний с каждой чашки.

Подозрительные колонии бактерий сальмонелл исследуют в следующем порядке: из части колоний готовят мазок и окрашивают по Грамму, затем проводят исследование на подвижность.

Бактерии сальмонеллы, как и все бактерии семейства кишечных, представляют собой палочки с закругленными концами, не спорообразующие, в большинстве подвижные (*S. pullorum* и *S. gallinarum* неподвижные), окрашивающиеся по Грамму отрицательно.

Оставшуюся часть колонии растирают в конденсационной воде скошенного агара или в одной-двух каплях добавленного к агару стерильного бульона. Полученная взвесь служит исходным материалом для дальнейшего исследования.

Часть взвеси испытывают в реакции агглютинации на предметном стекле. Реакцию ставят с поливалентной адсорбированной агглютирующей О-сывороткой групп А, В, С, D и Е. В качестве контроля применяют каплю физиологического раствора.

Для проведения реакции агглютинации на предметное стекло наносят каплю поливалентной адсорбированной сыворотки и рядом каплю физиологического раствора. Затем бактериологической петлей захватывают часть взвеси и растирают ее в капле сыворотки, начиная с края капли, постепенно захватывая всю каплю. Петлю обжигают, захватывают петлей еще взвеси и вносят в каплю физиологического раствора (контрольного), также растирая до получения равномерной взвеси.

При положительной реакции через 1-2 мин в капле сыворотки образуются хлопья или комочки, а сама жидкость просветляется, что особенно заметно при покачивании стекла.

В физиологическом растворе (контрольном) наблюдается равномерная муть.

При получении положительной реакции агглютинации с адсорбированной поливалентной сывороткой проводят реакцию агглютинации на стекле с адсорбированными монорецепторными О-сыворотками. Следует начинать с более распространенных групп В, С, D и Е, в частности, в группе В с IV, в группе D с IX, в группе С с VII, в группе Е с IIIХ.

При отрицательной реакции агглютинации с одной колонией дополнительно исследуют еще не менее трех-четырёх колоний.

При характерном росте на дифференциальной среде, избирательной положительной реакции агглютинации с монорецепторной О-сы-

вороткой и при наличии подвижных грамотрицательных палочек дается предварительное заключение о том, что выделенная культура относится к сальмонеллам.

Одновременно с реакцией агглютинации материал засевают на трехсахарный агар Крумвиде-Олькеницкого в модификации Ковальчука.

Посев на трехсахарный агар делают сначала штрихом по скошенной поверхности, а затем уколом в глубину столбика. Среду инкубируют в термостат в течение 16-18 ч. При наличии сальмонелл янтарный цвет среды изменяется следующим образом: столбик – желто-бурый, скошенная поверхность цвет не изменяет. По наличию трещин и разрыву столбика агара устанавливают образование газа, по изменению окраски столбика (почернение) – наличие сероводорода.

Сальмонеллы, не образующие сероводорода, изменяют цвет столбика агара в желтый цвет. Бактерии, не относящиеся к сальмонеллам, расщепляющие мочевины, окрашивают столбик и скошенную поверхность в ярко-красный цвет, а бактерии, сбраживающие лактозу и сахарозу, изменяют цвет среды в синий.

Если культуры ферментируют лактозу и глюкозу с образованием газа и расщепляют мочевины, они не принадлежат к бактериям рода сальмонелл.

Культуры, не ферментирующие лактозу и сахарозу и не расщепляющие мочевины но ферментирующие глюкозу (с образованием газа) подвергают дальнейшему исследованию, для чего культуру со среды Крумвиде-Олькеницкого в модификации Ковальчука исследуют с монорецепторной О-сывороткой (материал берут с верхней части скошенной поверхности). Затем эту культуру агглютинируют с монорецепторными Н-сыворотками, сначала с первой фазой, затем со второй фазой Н-антигена, входящего в данную группу (для агглютинации с Н-сыворотками культуру берут ближе к конденсационной жидкости в пробирке, где особи более подвижны) и устанавливают серологический тип сальмонелл.

Если культуры дают отрицательные результаты агглютинации с монорецепторными О-сыворотками, но при характерном росте на элективной среде и соответствующих морфологических признаках (грамотрицательные подвижные палочки) делают посев на среды с углеводами: в короткий пестрый ряд (включая среды с глюкозой, лактозой, сахарозой, маннитом). В бульон Хоттингера для определения

образования индола и сероводорода под пробку в пробирку с бульоном помещают индикаторные бумажки, приготовленные по пп. 3.1.25 и 3.1.26.

Посевы выдерживают в термостате при температуре 37°C в течение 18-20 ч, после чего их просматривают под микроскопом. К бактериям из рода сальмонелл относятся бактерии, не ферментирующие лактозу и сахарозу и ферментирующие глюкозу и маннит (*S. typhi suis* не ферментирует маннит), образующие сероводород (*S. cholerae suis* и *S. typhi suis* сероводород не образуют) и не образующие индол.

В случае выявления культур сальмонелл с отклонением от типичных свойств, для их окончательной идентификации при необходимости проводят дополнительные исследования.

Если культура обладает ферментативными свойствами, типичными для сальмонелл, но не агглютинируется сальмонеллезными О- и Н-сыворотками, следует испытать ее способность лизироваться сальмонеллезным О-фагом.

Положительный результат реакции является дополнительным признаком, указывающим на принадлежность культуры к роду сальмонелл.

Для испытания культур на чувствительность к О-бактериофагу на пластинке хорошо подсушенного щелочного агара (рН 7,2-7,4) стерильной пробиркой с ровными краями делают 5–6 насечек. На каждую насечку наносят по две капли 4- или 18-часовой бульонной культуры испытуемого штамма с помощью тонкой оттянутой пастеровской пипетки или петли. Взамен бульонной культуры можно использовать взвесь суточной агаровой культуры на физиологическом растворе.

После подсыхания культуры на нанесенные капли петлей или пастеровской пипеткой меньшего диаметра наносят каплю О-бактериофага, на другую в качестве контроля наносят каплю бульона. Фаг наносят в разведении 10-кратном и 100-кратном (в зависимости от указанного на этикетке). На одной чашке можно испытывать одновременно 5–6 культур.

Чашки с нанесенными культурами и О-бактериофагом помещают в термостат при температуре 37°C на 18–20 ч, после чего учитывают результаты. Положительный результат реакции определяется по появлению на месте нанесения фага четко очерченной зоны лизиса (сливного или отдельных негативных колоний), которая отчетливо

видна невооруженным глазом. Отрицательный результат реакции определяют отсутствием лизиса, в местах нанесения фага имеет место рост культуры, как в контрольном месте. О-фаг может быть использован также для предварительного испытания культуры. Для этого подозрительные колонии, выросшие на чашках с дифференциальной средой (Эндо, Плоскирева, висмут-сульфитным агаром и др.), снимают и пересевают на один из секторов чашки Петри со слабощелочным агаром. В центр каждого засеянного сектора тонкой пастеровской пипеткой или петлей наносят каплю О-фага, чашки помещают в термостат и на следующий день учитывают результаты.

Обработка результатов

Обнаружение подвижных (кроме *S. pullorum* и *S. gallinarum*) палочек, отрицательных по Грамму не ферментирующих лактозу и сахарозу, ферментирующих глюкозу и маннит с образованием кислоты и газа (*S. typhi suis* не ферментирует маннит), дающих положительную реакцию агглютинации с монорецепторными О- и Н-сальмонеллезными сыворотками, указывает на присутствие в мясе бактерий из рода сальмонелл.

Сущность выявления бактерий из рода кишечной палочки - Эшерихий заключается в определении морфологии, характера роста на элективных средах с лактозой и отсутствия способности образовывать цитохромоксидазу, утилизировать цитрат, образовывать сероводород и способности продуцировать индол.

Проведение исследования

Наличие роста на чашках с элективными средами (Эндо, Левина Плоскирева) окрашенных колоний, вследствие ферментации ими лактозы и изменения цвета индикатора – лактозоположительных вариантов кишечной палочки (или не изменяющих цвета среды колоний лактозотрицательных) требует их определения для установления присутствия их в мясе или паренхиматозных органах и дифференциации по биохимическим свойствам от других сходных бактерий из семейства кишечных.

На агаре Эндо бактерии кишечной палочки-Эшерихии растут в виде красных с металлическим блеском (или без блеска) розовых с красным центром или белых колоний; на эозин-метиленовом синем агаре (агаре Левина) - в виде темно-фиолетовых блестящих коло-

ний; на бактоагаре Плоскирева – в виде кирпично-красных с глянцевой поверхностью колоний.

Из колоний, характерных для бактерий кишечной палочки-Эшерихии, готовят мазки, окрашивают по Грамму и микроскопируют. Бактерии кишечной палочки-Эшерихии – мелкие палочки с закругленными концами по Грамму окрашиваются отрицательно. Для определения подвижности культуры готовят препарат «раздавленная капля» и микроскопируют. Бактерии кишечной палочки-Эшерихии чаще подвижны.

При наличии колоний, характерных для бактерий кишечной палочки-Эшерихии, их дифференцируют от других сходных микроорганизмов по биохимическим свойствам, указанным в табл. 12.

Таблица 12. Биохимические свойства бактерий

Биохимические дифференцирующие свойства	Род микроба							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Биохимические варианты Escherichia	Proteus							
1	2	3	4	5	6	Pr.vul-garis	Pr.mira-bilis	
Образование сероводорода на трехсахарном агаре с двойной сернокислой солью закиси железа и аммония (солью Мора)	-	-	-	-	-	-	+	+
Образование газа на глюкозе на трехсахарном агаре с двойной сернокислой солью закиси железа и аммония (солью Мора)	+	-	+	-	+	-	+	+

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ферментация 10%-ной лактозы	+	+	+	+	-	-	-	-
Образование индола	+	+	-	-	+	+	+	-
Расщепление мочевины	-	-	-	-	-	-	+	+
Утилизация цитрат (на Симмонса)	-	-	-	-	-	-	Различно	Различно
Подвижность	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+	+
Ферментация мальтозы	+	+	+	+	+	+	+	+
Ферментация маннита	+	+	+	+	+	+	-	-

Условные обозначения:

«+» - положительный результат;

«-» - отрицательный результат;

«+/-» - положительный или отрицательный результат.

Для определения сероводорода испытуемую культуру засевают на трехсахарный агар, уколom столбик, и помещают в термостат на 24 ч при температуре 37°C.

Бактерии кишечной палочки – Эшерихии не образуют сероводорода, и столбик агара почернения не дает.

Для установления способности бактерий кишечной палочки – Эшерихии расщеплять мочевины, испытуемую культуру засевают на трехсахарный агар с мочевиной и выдерживают 24 ч в термостате при температуре 37°C.

Бактерии кишечной палочки - Эшерихии не образуют сероводорода, и столбик агара почернения не дает.

За период практики в лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы, мы делали отбор проб мяса для проведения лабораторных исследований, определяли на свежесть продукты (органолептические и физико-химические исследования).

Отбор проб для проведения лабораторных исследований осуществляют согласно методикам. От туши отбирают 3 пробы массой не

менее 200 г каждая: первая проба из середины шеи напротив 4-5 шейных позвонков; вторая проба из мышц в области лопатки; третья проба из мышц тазобедренной части. Образцы мяса из замороженных блоков и субпродуктов отбирают целым куском из расчёта 200 г.

17.1.10. Органолептические методы исследования мяса

Органолептические методы исследования мяса включают следующие определения:

- *определение внешнего вида мяса.* Осмотр мяса проводят при дневном освещении. Оценивают состояние поверхности мяса (загрязнения, сгустки крови, личинки мух, побитости, остатки шкуры и др.). Обращают внимание на степень обескровливания туш. Липкость мяса определяют пальпацией, а увлажнение при помощи фильтровальной бумаги, приложенной к свежему надрезу;

- *определение запаха мяса.* Запах является одним из важных органолептических показателей. Если мясо имеет неспецифический запах (гнилостный, затхлый, кислый, прогорклый и др.), то даже если другие показатели будут в норме, мясо считается непригодным для пищевых целей. Запах определяется при комнатной температуре сначала на поверхности, а затем на свежем разрезе сырого мяса. Особое внимание уделяют мышечной ткани, прилегающей к костям;

- *определение цвета мяса.* При порче мяса его цвет изменяется. Цвет определяется при дневном освещении на поверхности и свежем разрезе;

- *определение консистенции мяса.* При порче мяса нарушается структура мышечной ткани, что приводит к изменению консистенции. Для определения консистенции на мясо надавливают шпателем и следят за скоростью выравнивания ямки.

Места осмотра: поверхность мяса, мышечная ткань на разрезе, жир, костный мозг, сухожилия, суставные поверхности, также бульон при варке.

17.1.11. Физико-химические исследования мяса

Физико-химические исследования мяса включают следующие реакции:

Проба варкой. В колбу помещают 100 г мяса, добавляют 30 см³ воды и варят 5-10 минут. Бульон свежего мяса ароматный, на поверхности видны капельки жира. Бульон несвежего мяса - мутный, с

хлопьями, с затхлым или гнилостным запахом, жировых капель на поверхности почти нет.

Приготовление экстракта мяса. В колбу кладут на 50 мм 5 г мелконарезанного мяса и прибавляют дистиллированную воду до метки. После чего жидкость взбалтывают 3-5 раз в течение 5 минут, а затем фильтруют. Экстракт из свежего мяса прозрачный, фильтруется быстро. Экстракт из несвежего мяса мутный и фильтруется медленно.

Определение активной реакции рН. В 3 пробирки первого ряда наливают по 0,2 мм экстракта мяса, в 2 крайние пробирки наливают дистиллированную воду по 0,5 мм, в среднюю второго ряда - 0,7 мм. В среднюю первого ряда наливают 0,1 мм паранитрофенола. Затем в 2 крайних гнезда второго ряда вставляют ампулы с цветными жидкостями для индикатора, величина рН которых может совпасть с испытуемым экстрактом. рН годного мяса составляет 5,9-6,2, негодного в пищу мяса - 6,3 и выше.

Реакция с сернокислой медью. Производится для выявления мяса вынужденно забитых животных. Берут 2 пробы мяса по 5-10 г. Из локтевых мышц и мышц крупа. В пробирку кладут 3 г. Измельченного мяса, 9 мл дистиллированной воды и кипятят 2 минуты. Фильтруют. Затем в пробирку наливают 2-3 мл бульона добавляют 5 капель 5% раствора CuSO_4 , взбалтывают и через 5 минут устанавливают реакцию. В бульоне негодного мяса выпадают хлопья или желеобразный осадок. Бульон свежего мяса прозрачный или дает небольшое помутнение.

17.1.12. Бактериоскопическое исследование мяса

Из паренхиматозных органов (печени, почек, селезенки) лимфатических узлов туши или из пораженных участков органа и ткани готовят 2-10 мазков-отпечатков (в зависимости от характера патологических изменений и предполагаемого диагноза).

Препараты высушивают на воздухе, фиксируют и окрашивают одновременно и по Грамму и 2 %-ным раствором сафранина или раствором Ребигера.

При бактериоскопии мазков прежде всего обращают внимание на наличие возбудителя сибирской язвы.

При окраске сафранином сибиреязвенные бациллы окрашиваются в кирпично-красный цвет, капсулы, тени (следы распада бактерий) - в светло-желтый.

При окраске раствором Ребигера сибиреязвенные бациллы окрашиваются в темно-фиолетовый цвет, а капсулы - в красно-фиолетовый.

В мазках из лимфатических узлов или других тканей свиней, крупного рогатого скота при очаговом поражении, наряду с типичными капсульными палочками, могут обнаруживаться атипичные бациллы сибирской язвы в виде сильно изогнутых или перемученных длинных нитей, разбухших и потерявших правильные контуры, или распавшихся на отдельные, как бы осколки бацилл или теней различной величины, отрицательно окрашивающихся по Грамму или в виде конгломерата капсул, наполненных мельчайшими включениями.

Наличие в мазках грамположительных палочек с обрубленными концами, а при окраске сафранином или раствором Ребигера - палочек или цепочек с капсулами или теней в мазках из лимфатических узлов свиней со специфической для сибирской язвы пшологической картиной, дает предварительное заключение об обнаружении (бактериоскопически) микробов, характерных для возбудителя сибирской язвы.

При наличии в мазках атипичных бацилл одновременно с бактериоскопией ставят реакцию преципитации.

В зависимости от результатов бактериоскопии и характера роста на питательных средах проводят исследования на наличие определенных микробов.

17.1.13. Дать санитарную оценку мяса по результатам исследований

При выявлении признаков, свидетельствующих о том, что животное убитое во время агонии (гипостазы, плохое обескровливание, отсутствие реакции на месте разреза), туши и органы подлежат технической утилизации («Правила ветеринарно-санитарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясос-продуктов»).

В мясе от здорового животного отсутствуют патогенные микроорганизмы, рН в пределах 5,7-6,2, реакция на пероксидазу положительная. Подозрительным в происхождении от больного или вынужденно убитого животного считается на пероксидазу (те же «Правила». Для более объективной оценки санитарного качества мяса принимают во внимание обсемененность исследуемых образцов баналь-

ной микрофлоры, степень обескровленности и показания физических и биохимических методов).

Мясо подозрительное в происхождении от больных животных, исследуют на наличие бактерии. Обработка мышечных срезов необходима для размягчения мышечных волокон консервированного мяса (мороженного, соленого, вяленого, копченого). Для обработки используют 5% раствор глицерина, 5%-ного раствора молочной кислоты или 0,5%-ного раствора соляной кислоты.

Продолжительность обработки срезов – одна минута. Для этого на мышечные срезы предварительно разложенные на нижнем стекле компрессиума наносят по две-три капли любого из вышеперечисленных растворов, и выждав одну минуту их накрывают верхним стеклом и после раздавливания исследуют в обычном порядке (микроскопом).

Для дифференциальной диагностики срезы окрашивают 3%-ным раствором метиленовой смеси, приготовленной на уксусной кислоте.

Контрольные вопросы

1. Определение степени обескровливания мяса.
2. Определение по исследованию мышечных срезов под микроскопом, по Родеру, по Загаевскому.
3. Определение pH мяса потенциометрическими и колориметрическими способами.
4. Реакция на пироксидазу.
5. Показатели качества мяса здорового животного и в стадии агонии.
6. Исследование мяса свиней на трихинеллёз.
7. Исследование мяса на токсикоинфекцию сальмонеллез.
8. Физико-химические показатели мяса: проба варкой экстракта мяса, pH-мяса, сернокислой медью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глатова, И.А. Рогов // М., Колос. – 2001. – 571с.
2. Антипова, Л.В. Прикладная биотехнология / УИРС по специальности 270900. – Воронеж ВГТА – 2000. – 332с.
3. Боровков, М.Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства / М.Ф. Боровков, В.П. Фролов, С.А. Серко // Санкт-Петербург-Москва-Краснодар. – 2010. – 475с.
4. Боровков, М.Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства / М.Ф. Боровков, В.П. Фролов, С.А. Серко // Издательство «Лань». – 2007. – 447с.
5. Волков, А.Х. Дефекты продовольственных товаров / А.Х. Волков, А.К. Галиуллин, Ч.М. Сафина, Л.Ф. Янупова // Казань. – 2010. – 54с.
6. Волков, А.Х. Методическое пособие по ветеринарно-санитарной экспертизе и товароведению продуктов убоя птиц / А.Х. Волков, Э.К. Папуниди, О.Т. Муликаев. – Казань. – 2011. – 55с.
7. Госманов, Р.Г. Санитарная микробиология / Р.Г. Госманов, А.Х. Волков, А.К. Галиуллин, А.И. Ибрагимова // Санкт-Петербург-Москва. – 2010. – 232с.
8. Журавская, Н.К. Исследование и контроль качества мяса и мясопродуктов / Н.К. Журавская, Л.Т. Алехина, Л.Н. Отрященкова // М.: «Агропромиздат». – 1985. – 295с.
9. Заяс, Ю.Ф. Качество мяса и мясопродуктов / Ю.Ф. Заяс. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1981. – 68с.
10. Смирнов, А.В. Практикум по ветеринарно-санитарной экспертизе / А.В. Смирнов // Санкт-Петербург. ГИОРД. – 2009. – 335с.
11. Соколов, А.А. Технология мяса и мясопродуктов / А.А. Соколов, Д.В. Павлов, А.С. Большаков и др. // М.: Пищевая промышленность. – 1970. – 739с.
12. Тимофеева, В.А. Товароведение продовольственных товаров. Учебник. – Ростов-на-Дону. – Феникс. – 2006. – 374с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Пищевая, биологическая и энергетическая ценность мяса и мясных продуктов	6
2. Строение, состав и свойства мышечной ткани	8
2.1. Морфологический состав и строение мышечной ткани	8
2.2. Биохимический состав мышечной ткани	9
2.3. Химический состав мышечной ткани	10
2.4. Строение и свойства белков мышечной ткани	11
2.4.1. Морфологический состав и строение мышечной ткани	11
2.4.2. Небелковые компоненты мышечной ткани	16
3. Строение, состав и свойства соединительной ткани мяса	18
3.1. Разновидность соединительной ткани	18
3.2. Химический состав соединительной ткани	20
3.2.1. Разновидность соединительной ткани	20
3.3. Строение и свойства белков соединительной ткани	21
3.4. Пищевая и промышленная ценность соединительной ткани	23
4. Строение, состав и свойства костной и хрящевой тканей мяса	24
4.1. Строение костной ткани и кости	24
4.2. Химический состав и свойства костной ткани и кости	25
4.3. Пищевая и промышленная ценность кости	27
4.4. Особенности, строение, состав и свойства хрящевой ткани	27
5. Строение, состав и свойства жировой ткани	29
5.1. Морфологический состав и строение жировой ткани	29
5.2. Морфология жирового сырца	30
5.3. Химический состав жировой ткани	30
5.3.1. Жиры	32
5.4. Кислотный гидролиз	34
5.5. Щелочной гидролиз – омыление жиров	34
5.6. Пищевая и промышленная ценность жировой ткани	35
6. Состав и свойства крови	36
6.1. Морфологический и химический состав крови	36
6.2. Свойства крови	38
6.3. Пищевая и промышленная ценность крови	39
7. Характеристика мяса как объекта технологии	40
7.1. Промышленное понятие о мясе	40
7.2. Основные показатели качества мяса	40
7.3. Показатели качества мяса	52
7.4. Факторы, определяющие качества мяса	54
8. Автолитические изменения мяса	59
8.1. Понятие об автолизе, стадии автолиза	59
8.2. Автоматические изменения углеводов, их значение	59
8.3. Изменения в белковой системе мяса, их значение	60
8.4. Характеристика потребительских и технологических свойств мяса на разных стадиях автолиза	62
8.5. Влияние различных факторов на скорость автолитических изменений мяса	63

9. Изменение свойства мяса и мясopодуkтов под действием ферментов микроорганизмов	64
9.1. Механизм гнилостной порчи и ее влияние на качество мяса	64
9.2. Факторы, определяющие устойчивость мяса к микробиальной порче	67
10. Способы консервирования мяса	68
10.1. Понятие о концепции барьерной технологии пищевых продуктов ...	68
11. Изменение свойств мяса при холодильной обработки	69
11.1. Способы холодильной обработки мяса	69
11.2. Изменения мяса при охлаждении и хранении в охлажденном виде	71
11.3. Изменения мяса при замораживании и хранении в замороженном виде	74
11.3.1. Влияние замораживания на микроорганизмы	76
12. Изменение свойств мясного сырья при посоле мяса	80
12.1. Химический способ консервирования мяса	80
12.2. Общая характеристика посола	82
12.3. Массообменные процессы при посоле	84
12.3.1. Изменение водосвязывающей способности мяса при посоле	81
12.3.2. Изменение окраски мяса при посоле	88
12.3.3. Микробиальные и автолитические процессы при посоле	90
13. Изменения свойств мяса и мясopодуkтов при тепловой обработке	92
13.1. Цель и методы тепловой обработки	92
13.2. Нагрев при умеренных температурах	93
14. Изменения белков, жиров, экстрактивных веществ и витаминов	93
14.1. Изменение белков	93
14.2. Изменения жиров	95
14.3. Изменения экстрактивных веществ	95
14.4. Изменения витаминов	97
14.5. Влияние нагрева на микрофлору	97
14.6. Нагрев при высоких температурах	97
14.6.1. Понятие о стерилизации	97
14.6.2. Влияние нагрева на микрофлору	98
14.6.3. Изменения в мясе при нагреве	99
14.6.4. Изменения жиров	100
14.6.5. Изменения экстрактивных веществ и витаминов	101
15. Изменения мясopодуkтов при копчении	102
15.1. Цель и способы копчения	102
15.2. Состав и свойства коптильного дыма	103
15.3. Основные процессы, происходящие при копчении мясopодуkтов, и их значение	104
15.4. Понятие о бездымном копчении	106
16. Влияние сушки на свойства мясных продуктов	107
16.1. Определение, цель и режимы сушки	108
16.2. Механизм сушки	108
16.3. Изменение свойств мясopодуkтов при сушке	110
17. Лабораторные методы исследования мяса	112
17.1. Определение степени обескровливания мяса	112

17.1.1. Определение степени обескровливания мяса по исследованию мышечных срезов под микроскопом	112
17.1.2. Определение степени обескровливания мяса по Родеру	114
17.1.3. Определение степени обескровливания мяса по Загаевскому ...	114
17.1.4. Определение pH мяса	115
17.1.5. Реакция мяса на пероксидазу	117
17.1.6. Формольная реакция мяса	119
17.1.7. Дать санитарную оценку мяса по результатам исследований	120
17.1.8. Обработка срезов желудочным соком (по Владимировой)	120
17.1.9. Выявление бактерий рода сальмонелл в мясных срезах	121
17.1.10. Органолептические методы исследования мяса	129
17.1.11. Физико-химические исследования мяса	129
17.1.12. Бактериоскопическое исследование мяса	130
17.1.13. Дать санитарную оценку мяса по результатам исследований	131
Список литературы	133

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Подписано в печать 18.11.2021 г. Бумага писчая. Печать трафаретная.
Бумага 60x84 1/16. Усл. печ. л. 8,5. Тираж 35. Заказ 169.

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.

Типография ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет»