

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ  
ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.03.02 Физико-химические и  
биохимические основы производства мяса и  
мясопродуктов**

**Направление подготовки 36.04.02 Зоотехния**

**Профиль подготовки: Мясное скотоводство и производство говядины**

**Квалификация (степень) выпускника: магистр**

**Форма обучения: заочная**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. Конспект лекций .....</b>	
<b>1.1 Лекция № 1 Мышечная ткань в производстве мясопродуктов</b>	
<b>1.2 Лекция № 2 Аутолитические изменения в мышечной ткани</b>	
<b>1.3 Лекция № 3 Соединительные ткани</b>	
<b>1.4 Лекция № 4 Внутренние органы</b>	
<b>1.5 Лекция № 5 Использование крови в производстве мясопродуктов</b>	
<b>1.6 Лекция № 6 Изменения в мясе под действием физических и химических факторов</b>	
<b>1.7 Лекция № 7 Биохимические изменения в мясе и мясопродуктах в ходе микробиологических процессов</b>	
<b>1.8 Лекция № 8 Принципы создания комбинированных мясопродуктов</b>	
<b>2. Методические указания по проведению практических занятий .....</b>	
<b>2.1 Практическое занятие № ПЗ-1 Мышечная ткань в производстве мясопродуктов</b>	
<b>2.2 Практическое занятие № ПЗ-2 Химический состав мышечной ткани</b>	
<b>2.3 Практическое занятие № ПЗ-3 Аутолитические изменения в мышечной ткани</b>	
<b>2.4 Практическое занятие № ПЗ-4 Соединительные ткани</b>	
<b>2.5 Практическое занятие № ПЗ-5 Внутренние органы</b>	
<b>2.6 Практическое занятие № ПЗ-6 Использование крови в производстве мясопродуктов</b>	
<b>2.7 Практическое занятие № ПЗ-7 Источники микроорганизмов в мясном производстве</b>	
<b>2.8 Практическое занятие № ПЗ-8 Физико-химические и структурно-механические свойства мяса и мясных продуктов</b>	
<b>2.9 Практическое занятие № ПЗ-9 Изменения в мясе под действием физических и химических факторов</b>	
<b>2.10 Практическое занятие № ПЗ-10 Биохимические изменения в мясе и мясопродуктах в ходе микробиологических процессов</b>	
<b>2.11 Практическое занятие № ПЗ-11 Принципы создания комбинированных мясопродуктов</b>	
<b>2.12 Практическое занятие № ПЗ-12 Общая характеристика контаминантов мяса и мясных продуктов</b>	

# 1. Конспект лекций

## Лекция № 1 Мышечная ткань в производстве мясопродуктов (1 час)

Мясом в промышленном значении этого слова называют скелетную мускулатуру с костями скелета, включая в их число атлант, 3-4 хвостовых позвонка, плечевую и берцовую кости. К мясу относят также мускулатуру головы, диафрагму, мышечную прослойку пищевода (пикальное мясо).

Таким образом, кроме мышечной ткани, являющейся необходимым признаком мяса, в его состав в различном количестве могут входить соединительная ткань во всех ее разновидностях (рыхлая, плотная, жировая, хрящевая, костная), кровь, нервная ткань, а также кровеносные и лимфатические сосуды и лимфатические узлы. В технологической практике ткани, из которых состоит мясо, принято классифицировать не по функциональному признаку, а по их промышленному значению. В этом смысле различают ткани: мышечную, жировую, соединительную, хрящевую, костную и кровь. Такое разделение носит условный характер, но имеет определенный практический смысл, так как большая часть тканей, хотя и не полностью, может быть отделена одна от другой и использована соответственно ее промышленному значению.

Количественное соотношение перечисленных тканей в составе мяса зависит от вида, породы, пола, возраста, характера откорма и упитанности животных, от анатомического происхождения части туши, а также от степени освобождения мяса от тканей второстепенного значения: костей, хрящей, соединительной ткани в процессе промышленной переработки и колеблется в пределах: мышечная ткань – 50-70 %, жировая ткань – 3-20 %; костная ткань – 15-22 %, соединительная ткань – 9-14 %. Количественное соотношение тканей определяет химический состав, пищевую ценность и свойства мяса.

Мышечная ткань - это часть мяса, обладающая наибольшей пищевой ценностью. Она представляет собой совокупность количественно преобладающих мышечных волокон и соединительнотканых оболочек. Отдельное мышечное волокно можно рассматривать как гигантскую многоядерную клетку. Ее оболочка - сарколемма - представляет собой двойную мембрану. Диаметр развитого мышечного волокна составляет от 10 до 100 мкм, а длина его обычно соответствует длине мышцы. Мышечные волокна содержат нитевидные образования - миофибриллы, расположенные параллельно оси волокна. Миофибриллы окружены жидкой фазой - саркоплазмой, в которой находятся ядра, митохондрии, рибосомы, лизосомы и другие клеточные органоиды. Ядра мышечного волокна, имеющие вытянутую форму, расположены непосредственно под сарколеммой.

Миофибриллы характеризуются поперечно-полосатой исчерченностью, создаваемой в результате чередования темных (анизотропных) и светлых (изотропных)

участков, которые соответственно называются А-дисками и I-дисками. Z-линии, расположенные в середине I-диска, ограничивают повторяющиеся участки миофибрилл, называемые саркомерами. Длина саркомера 2,5-3 мкм. Каждая миофибрилла состоит из нескольких сот саркомеров. Кроме Z-линии различают также М-линию и Н-зону, занимающие центральную часть А-диска. При сокращении мышц длина саркомера может уменьшаться на 25-50 % от первоначальной величины.

Мышечные волокна слагаются в первичные мышечные пучки. В пучках волокна разделены тончайшими прослойками соединительной ткани, связанными с волокнами – эндомизией. Первичные мышечные пучки объединяются в пучки вторичные и т.д. Пучки высшего порядка, покрытые соединительнотканной оболочкой – перимизием – и в совокупности составляет мускул. Эндомизий и перимизий образуют каркас или строму мышц. Их прочностные свойства влияют на жесткость мышечной ткани. В перимизии и эпимизии мышц некоторых видов откормленных животных находятся жировые клетки, образующие так называемую мраморность мускула.

Белковые вещества составляют 60-80 % сухого остатка мышечной ткани. Поэтому в первую очередь именно они определяют ее пищевую ценность и важнейшие свойства. Часть белковых веществ образует структурный скелет волокна и его морфологических элементов; их называют структурными белками или стромой волокна. Некоторые из них, например, белки сарколеммы, вообще нерастворимы, иные требуют для перехода в раствор большой солевой концентрации и высокого pH, которые не характерны для клеточной субстанции (белки фибрилл и структурного скелета ядер). Другая часть белковых веществ (основная масса белков саркоплазмы) находится в состоянии золь.

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.<sup>14</sup> 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.

## **Лекция № 2 Аутолитические изменения в мышечной ткани (2 часа)**

Мясо только что убитого животного (горяче-парное мясо) мягкой консистенции, без выраженного приятного ароматического запаха, при варке дает мутноватый неароматный бульон и не обладает высокими вкусовыми качествами.

Более того, в первые часы после убоя животного мясо приобретает ярко выраженную жесткость, при которой сохраняются его низкие вкусовые качества, плохая усвояемость и даже непригодность к кулинарной обработке.

Спустя 24-72 ч после убоя животного (в зависимости от температуры среды, аэрации и других факторов) в мясе исчезает его жесткость, оно приобретает сочность и специфический приятный запах, на поверхности туши образуется плотная пленка (корочка подсыхания), из него можно отделить мясной сок, при варке дает прозрачный ароматный бульон, становится нежным и т. д.

Происходящие в мясе процессы и изменения, в результате которых оно приобретает желательные качественные показатели, принято называть созреванием мяса.

Созревание мяса представляет собой совокупность сложных биохимических процессов в мышечной ткани и изменений физико-коллоидной структуры белка, протекающих под действием его собственных ферментов.

Процессы, происходящие в мышечной ткани после убоя животного, можно условно подразделить на три следующие фазы: послеубойное окоченение, созревание и аутолиз.

Послеубойное окоченение в туше развивается в первые часы после убоя животного. При этом мышцы становятся упругими и слегка укорачиваются. Это значительно увеличивает их жесткость и сопротивление на разрезе. Способность такого мяса к набуханию очень низкая. При температуре 15—20 °С полное окоченение наступает через 3—5 ч после убоя животного, а при температуре от 0 до 2 °С — через 18—20 ч.

Процесс посмертного окоченения сопровождается некоторым повышением температуры в туше в результате выделения тепла, которое образуется от протекающих в тканях химических реакций.

Окоченение мышечной ткани, наблюдающееся в первые часы и сутки после убоя животных, обусловлено образованием нерастворимого актомиозинового комплекса вследствие распада аденозин-трифосфорной кислоты (АТФ) до аденозиндифосфорной и аденозинмонофосфорной и фосфорной кислот.

Эти изменения в белковой части мяса находятся в прямой зависимости от концентрации АТФ. Сразу же после убоя, когда концентрация АТФ в мясе достаточно высока и белки актин и миозин не находятся в состоянии взаимной связи, общее число гидрофильных центров их структуре достаточно велико. Такому состоянию белков соответствует их высокая степень гидратации, которая не позволяет, из парного мяса отделить хотя бы малую часть мясного сока. Уменьшение количества АТФ, происходящее в результате ферментативного действия миозина, сопряжено с ассоциацией актина и миозина и образованием актомиозинового комплекса. В связи с этим число гидрофильных центров в молекулах белков уменьшается, так как эти группы блокируются.

В результате понижается уровень гидратации и сокращается объем актомиозинового геля.

Кислая среда, которая является следствием распада АТФ и началом необратимого процесса гликолиза мышечного гликогена, усиливает мышечное окоченение. Замечено, что мышцы животных, погибших при явлениях судорог, окоченевают быстрее. Окоченение без накопления молочной кислоты характеризуется слабым напряжением мышц и быстрым разрешением процесса.

Однако уже задолго до завершения фазы окоченения в мясе развиваются процессы, связанные с фазами его собственного созревания и аутолиза. Фаза собственного созревания мяса характеризуется интенсивным распадом мышечного гликогена и накоплением молочной кислоты, а также некоторыми изменениями химического состава и физико-коллоидной структуры белков.

Известно, что после убоя животного приток кислорода к клеткам мышечной ткани прекращается. В связи с этим синтез гликогена становится невозможным, а распад его под действием гликолитических ферментов происходит двумя путями: амилалитическим с образованием редуцирующих сахаров и гликолитическим (фосфоролиз) с образованием молочной кислоты. Этот процесс превращения углеводов при созревании мяса необратимый.

Гликоген через ряд промежуточных реакций переходит в молочную кислоту, которая накапливается в мышечной ткани. Изменения содержания гликогена и молочной кислоты. Одновременно из промежуточных фосфорных соединений освобождается

фосфорная кислота. Накапливаются кислоты также в процессе биохимических изменений нуклеотидов (распад АТФ).

В результате накопления молочной, фосфорной и других кислот в мясе увеличивается концентрация водородных ионов, вследствие чего к концу суток рН (реакция среды) снижается до 5,8— 5,7, иногда ниже.

В кислой среде при распаде АТФ и фосфорной кислоты происходит частичное накопление неорганического фосфора. Резко кислую среду и наличие неорганического фосфора считают причиной диссоциации актомиозинового комплекса на исходные белки — актин и миозин. С распадом актомиозинового комплекса завершается первая фаза созревания, снимаются явления окоченения мышц, и исчезает жесткость мяса. Следовательно, фазу окоченения от других фаз обособить нельзя, это один из этапов процесса созревания мяса.

Кислая среда сама по себе действует бактериостатически и даже бактерицидно, а поэтому при сдвиге рН в кислую сторону в мясе создаются неблагоприятные условия для развития микроорганизмов.

Кислая среда приводит к изменениям химического состава и физико-коллоидной структуры белков. Молочные и другие кислоты изменяют проницаемость мышечных оболочек и степень дисперсности белков. Кислоты вступают во взаимодействие с протеинами кальция, и кальций отщепляют от белков. Переход кальция в экстракт ведет к уменьшению дисперсности белков, в результате чего теряется часть гидратносвязанной воды. Поэтому из созревшего мяса центрифугированием можно отделить мясной сок.

Кислая среда, высвободившаяся гидратноовязанная вода и воздействие протеолитических ферментов создают условия разрыхления сарколеммы мышечных волокон и в первую очередь разрыхления и набухания коллагена. Это в значительной степени способствует изменению консистенции мяса и более выраженной его сочности. Очевидно, с набуханием коллагена, а затем с частичной отдачей влаги с поверхности туши в окружающую среду следует связывать образование на ее поверхности корочки подсыхания.

Фаза собственного созревания во многом определяет интенсивность течения физико-коллоидных процессов и микроструктурных изменений мышечных волокон, которые присущи для фазы аутолиза.

Аутолиз при созревании мяса понимают в широком смысле слова и связывают его не только с распадом белков, но и с процессом распада любых составных частей клеток. В связи с этим процессы, происходящие в фазе собственного созревания, невозможно отделить или обособить от таковых при аутолизе.

Тем не менее, в результате комплекса причин (действие протеолитических ферментов, продукты аутолитического распада небелковых веществ, резко кислая среда и др.) происходит аутолитический распад мышечных волокон на отдельные сегменты.

На первом этапе этого процесса обнаруживается сегментация в отдельных мышечных волокнах при сохранении их эндомизия. При этом в сегментах сохраняется структура ядер, поперечная и продольная исчерченность.

На втором этапе сегментируется большинство мышечных волокон. Эндомизий волокон, структура ядер, поперечная и продольная исчерченность продолжают сохраняться.

На третьем этапе (фаза глубокого аутолиза) сегменты распадаются на миофибриллы, а миофибриллы — на саркомеры. Последние под микроскопом просматриваются в виде зернистой массы, заключенной в эндомизий.

Морфологические и микроструктурные изменения в тканях по завершении фазы созревания приводят к размягчению и разрыхлению мяса, приданию ему нежности, благодаря чему пищеварительные соки свободно проминают к саркоплазме, что улучшает ее переваримость и усвояемость. Необходимо отметить, что степень этих изменений мяса зависит от содержания в нем соединительнотканых белков: чем больше их, тем меньше изменяется само мясо.

Следовательно, различные белковые компоненты в процессе созревания мяса претерпевают неодинаковые превращения, характерным образом влияющие на изменение его нежности. Фибриллярные белки, претерпевая при созревании определенный протеолиз, становятся более растворимыми. Относительно незначительным протеолитическим превращениям подвергаются соединительнотканые белки. Поэтому при равных условиях созревания нежность различных отрубов мяса одного и того же животного, а также одинаковых отрубов различных животных оказывается неодинаковой; нежность мяса, содержащего много соединительной ткани, невелика, а мясо молодых животных нежнее, чем старых.

В результате комплекса аутолитических превращений различных компонентов мяса при его созревании образуются и накапливаются вещества, обуславливающие аромат и вкус созревшего мяса. Определенный вкус и аромат придают мясу азотсодержащие экстрактивные вещества — гипоксантии, креатин и креатинин, образующиеся при распаде АТФ, а также накапливающиеся свободные аминокислоты (глутаминовая кислота, аргинин, треонин, фенилаланин и др.). В образовании букета вкуса и аромата, по-видимому, участвуют пировиноградная и молочная кислоты.



Вкус и аромат зависят от накопления в созревшем мясе легкорастворимых и летучих веществ типа эфиров, альдегидов и кетонов. В дальнейшем в ряде исследований показано, что ароматические свойства созревшего мяса улучшаются по мере накопления в нем общего количества летучих редуцирующих веществ. В настоящее время при помощи газовой хроматографии и масспектрометрического анализа установлено, что к соединениям, обуславливающим запах вареного мяса, относятся ацетальдегид, ацетон, метилэтилкетон, метанол, метилмеркаптан, диметилсульфид, этилмеркаптан и др.

При повышении температуры (до 30 °С), а также при длительной выдержке мяса (свыше 20—26 суток) при низких плюсовых температурах ферментативный процесс созревания заходит так глубоко, что в мясе заметно увеличивается количество продуктов распада белков в виде малых пептидов и свободных аминокислот. На этой стадии мясо приобретает коричневую окраску, в нем сильно увеличивается количество аминного и аммиачного азота, происходит заметный гидролитический распад жиров, что резко снижает его товарные и пищевые качества.

Биохимические процессы, происходящие при созревании в мясе больных животных, отличаются от таковых в мясе здоровых животных. При лихорадке и переутомлении энергетический процесс в организме повышен. Окислительные процессы в тканях усилены. Изменение углеводного обмена при болезнях и переутомлении характеризуется быстрой убылью гликогена в мышцах. Повышенная деятельность окислительных ферментов при жизни больного животного может после прекращения жизни замедлить деятельность гидролиза, что приводит к недостаточности гликолиза и фосфолиза. Недостаточность газообмена в легких у тяжело больных животных и понижение снабжения тканей кислородом приводят к кислородному голоданию последних. Обмен веществ при кислородном голодании изменяется в сторону снижения интенсивности жирового обмена тканей. Отложение жира в органах сопровождается сокращением запасов гликогена.

Почти при всяком патологическом обмене веществ содержание гликогена в мышцах уменьшается. Поскольку в мясе больных животных гликогена меньше (по сравнению с мясом здоровых), то и количество продуктов распада его (глюкозы, молочной кислоты и др.) незначительно. Кроме того, при тяжело протекающих заболеваниях еще при жизни животного в мышцах накапливаются промежуточные и конечные продукты белкового метаболизма. В некоторых случаях в первый час после убоя животного в мясе обнаруживают повышенное против нормы количество аминного и аммиачного азота.

Незначительное накопление кислот и повышенное содержание полипептидов, аминокислот и аммиака являются причиной для снижения показателя концентрации водородных ионов при созревании мяса больных животных. Этот фактор влияет на активность ферментов мяса. В большинстве случаев концентрация водородных ионов в мясе больных животных более благоприятна для действия пептидаз и протеаз. Накопление в мясе больных животных экстрактивных азотистых веществ и отсутствие резкого сдвига величины рН в кислую сторону являются условиями, благоприятными для развития микроорганизмов.

Изменения, происходящие в мясе больных животных, по-иному влияют и на характер его физико-коллоидной структуры. Меньшая кислотность вызывает незначительное выпадение солей кальция, что, в свою очередь, является причиной меньшего изменения степени дисперсности белков и других изменений, характерных для них при нормальном созревании мяса. Сравнительно высокий показатель рН, накопление продуктов распада белков и развитие микроорганизмов определяют меньшую стойкость мяса больных животных при хранении. Перечисленные признаки свойственны мясу каждого тяжело больного животного; они являются причиной известной однотипности в изменении физико-химических показателей мяса, полученного от животных, убитых в тяжелом патологическом состоянии независимо от природы заболевания.

### **Лекция № 3 Соединительные ткани (2 часа)**

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

Соединительная ткань выполняет различные прижизненные биологические функции:

- участвует в построении разнообразных тканей и органов животного и его скелета,
- объединяет отдельные части организма,
- участвует в передаче механических усилий,
- играет защитную роль и роль запасного депо жировых веществ.

Функциональное назначение определяет существенные различия в строении и свойствах соединительной ткани, с учетом которых ее подразделяют на собственно соединительную, хрящевую и костную. Несмотря на некоторые морфологические различия, все виды соединительной ткани представляют собой систему, состоящую из аморфного основного (межклеточного) вещества, волокон и клеток.

Особенности свойств разновидностей соединительной ткани формируются в зависимости от состояния основного вещества. У собственно соединительной ткани оно полужидкое, слизеподобное. У хрящевой ткани основное вещество более плотное, эластичное. У костной ткани - оно весьма плотное и прочное за счет накопления минеральных веществ. Располагаемые в межклеточном веществе волокна могут быть трех видов и различаются по строению и свойствам: (преимущественно коллагеновые лентовидной формы), Эластиновые (нитевидной формы) и ретикулиновые.

В зависимости от количественного соотношения морфологических элементов различают разновидности собственно соединительной ткани:

- плотную,
- эластическую,
- рыхлую,
- слизистую.

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

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

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

Из слизистой ткани построены слизистые оболочки внутренних органов. В слизистой соединительной ткани довольно много сложных белков: муцинов и мукоидов. Химический состав различных видов собственно соединительной ткани не одинаков.

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 соединительной ткани в меньшем 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 собственно соединительной ткани будут определяться свойствами и количественным соотношением белков коллагена и эластина.

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

Для коллагена характерны 4 уровня структурной организации молекулы.

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

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

Третичная структура молекулы коллагена представляет собой трехцепочечную спираль, называемую тропоколлагеном. Эта субъединица построена из трех полипептидных цепей, плотно скрученных в виде трехжильного каната и соединенных, кроме того, поперечными водородными и ковалентными связями.

Четвертичная структура. В результате агрегации молекул тропоколлагена в продольном и поперечном направлениях происходит формирование надмолекулярной структуры коллагена - протофибрилл, представляющих собой тончайшие волокна, обладающие поперечной исчерченностью. Протофибриллы объединяются в фибриллы, более крупные единицы, из которых формируются коллагеновые волокна. В построении коллагена участвуют глюкоза и различные мукополисахариды (сложные углеводы), выполняющие роль веществ, стабилизирующих структуру белка.

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

Нативный коллаген нерастворим в воде, но набухает в ней и водных раствора кислот и щелочей с увеличением массы в 1,5-2 раза. Способность коллагена к набуханию широко используется в промышленной практике переработки коллагенсодержащего сырья. Коллаген медленно переваривается пепсином и почти не переваривается трипсином, но разрушается коллагеназой и некоторыми растительными ферментами. Неполюценность коллагена и низкая перевариваемость белка определяют более низкую биологическую ценность плотной соединительной ткани по сравнению с мышечной. Коллаген поддается дублению альдегидами, компонентами копильного дыма и другими веществами. После дубления он становится более прочным, водостойким, труднодоступным для микробных ферментов. Очень важны последствия нагрева коллагена в присутствии воды. При умеренном тепловом нагреве (до 58-62 °C) происходит сваривание коллагена. При сваривании ослабевают и разрываются часть водородных связей, удерживающих полипептидные цепи в структуре коллагена, разрыхляется структура тропоколлагена. Сваривание коллагена подобно денатурации растворимых белков. При сваривании коллагеновые волокна укорачиваются, утолщаются. Растет гидратация белка, доступность действию протеаз. При дальнейшем осторожном нагреве происходит гидротермический распад коллагена за счет разрушения большинства поперечных связей в структуре коллагена без заметного нарушения пептидных связей. При этом коллаген переходит в водорастворимый продукт - глютин (желатин). Скорость перехода коллагена в глютин зависит от вида сырья, условий его предварительной обработки и нагрева. Процесс превращения коллагена в глютин называют пептизацией. Набухший коллаген разваривается значительно быстрее, более полно и при менее высокой температуре, что используется при получении желатина высокого качества. Одновременно с пептизацией коллагена начинается гидролиз образующегося глютина. Продукты распада обычно называют глютозами или желатогами. При температурах, близких к температуре сваривания коллагена, скорость образования глютина превышает скорость его гидролиза, поэтому разрушение структуры коллагена происходит с преимущественным образованием глютина. С повышением температуры возрастает скорость гидролиза глютина относительно скорости его образования. В продуктах распада возрастает количество желатоз. Чем выше температура и дольше нагрев, тем больше образуется низкомолекулярных продуктов гидротермического распада коллагена. Важнейшим свойством глютина является способность образовывать гели (студни). Растворы желатина образуют гель при низкой концентрации (1 %). При кипячении в воде или в кислой среде желатин быстро гидролизуется и теряет способность к гелеобразованию.

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

Эластин менее распространен в животных организмах, чем коллаген. Является фибриллярным белком, по ряду свойств напоминает коллаген, но по некоторым свойствам от него отличается. По аминокислотному составу эластин сходен с коллагеном, - в нем содержатся оксипролин, пролин, гликокол. Имеются специфические аминокислоты, отсутствующие в других белках, - десмозин и изодесмозин, - построенные из остатков лизина и образующие поперечные ковалентные связи между полипептидными цепочками эластина. Эластин является неполноценным белком вследствие отсутствия триптофана и метионина. Благодаря особенностям строения полипептидной спирали эластин хорошо растяжим. Длина эластиновых волокон в отличие от коллагеновых может увеличиваться вдвое и после снятия нагрузки возвращается к первоначальной.

Эластин очень устойчив к действию химических реагентов, пищеварительных ферментов. Гидролизуетсифицином, папаином, эластазой - ферментным препаратом из поджелудочной железы. Эластин нерастворим в воде и в отличие от коллагена не набухает в ней. При варке не образует глютин и не поддается действию пепсина и трипсина, т.е. практически не усваивается организмом.

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

Муцины и мукоиды - сложные белки (глюкопротеиды) - имеются в соединительной ткани в небольшом количестве. В качестве протетической группы у этих белков встречаются сложные углеводы - мукополисахариды. Муцины и мукоиды входят в состав основного (межклеточного) вещества соединительной ткани и образуют комплексы для удерживания фибриллярных и клеточных элементов в определенном структурном взаиморасположении. Муцины и мукоиды извлекаются из тканей щелочными растворами, т. к. имеют кислый характер. Они дают характерные цветные реакции на белки, но не свертываются при нагревании. В соединительной ткани встречаются альбумины и глобулины, главным образом, в клетках.

Пищевая ценность соединительнотканного сырья определяется химическим составом, высоким значением массовой доли белков. С позиции полноценности белки этих тканей не сбалансированы по аминокислотному составу, не содержат триптофан,

цистин. Снижает биологическую ценность малая активность пищеварительных ферментов к расщеплению коллагена, эластина, ретикулина.

Таким образом, с точки зрения классической концепции сбалансированного питания повышение массовой доли соединительной ткани в мясе и мясных изделиях снижает биологическую ценность белковой системы и играет роль отрицательного критерия качества мяса и мясных изделий. С появлением концепции адекватного питания роль белков соединительной ткани в формировании качества мяса пересмотрена. Научно доказано сходство физиологической роли непереваренных элементов соединительной ткани и балластных веществ, необходимых организму для нормального функционирования.

В ходе научных исследований установлено, что повышение удельного веса коллагена до 25-30 % от массы белков не приводит к ухудшению полноценности белковой системы мясного сырья, а при уровне 15-20 % улучшает ее качественные характеристики.

Благодаря способности коллагена к гидротермическому распаду, коллагенсодержащее сырье традиционно применяют для изготовления ливерных, застудневающих мясных продуктов (зельцев, студней), для производства желатина, клея, кормовой муки. Область применения коллагенсодержащего сырья для изготовления мясных продуктов постоянно расширяется благодаря использованию различных способов его предварительной технологической обработки и целенаправленной комбинации белкового сырья в рецептурах изделий. В итоге реализуется возможность получения мясных продуктов разных ассортиментных групп с высокой пищевой и биологической ценностью. Соединительнотканное сырье с высоким содержанием эластина используют для производства кормовой продукции

#### **Лекция № 4 Внутренние органы (2часа)**

Сердце, представляет собой почти конусообразный полый орган с хорошо развитыми мышечными стенками. Оно располагается в нижнем отделе переднего средостения на сухожильном центре диафрагмы, между правым и левым плевральными мешками, заключено в перикард и фиксировано крупными кровеносными сосудами.

Язык – мышечный орган, покрытый сверху, с боков и частично снизу слизистой оболочкой. В языке различают две части: переднюю, свободную, часть, или тело языка, и заднюю – корень языка

Глотка, является частью пищеварительной трубки, по которой пищевой комок из полости рта перемещается в пищевод. В то же время глотка является путем, по которому проходит воздух из полости носа в гортань и обратно. Глотка расположена впереди

шейного отдела позвоночного столба, своей задней стенкой прилегает к предпозвоночной пластинке шейной фасции и простирается от основания черепа до VI шейного позвонка, где, суживаясь, переходит в пищевод

Пищевод, имеет вид трубки, соединяющей глотку с желудком. Место перехода глотки в пищевод у взрослого соответствует уровню VI шейного позвонка или нижнему краю перстневидного хряща, а место перехода в желудок проецируется на уровне XI грудного позвонка. У живого человека эти границы могут изменяться при запрокидывании головы, глубоком вдохе или опущении желудка.

Желудок располагается в верхней левой и в правой частях брюшной полости; длинная ось его идет слева сверху и сзади вправо вниз и вперед и находится почти во фронтальной плоскости. Форма и размеры желудка изменчивы и зависят от степени его наполнения, функционального состояния мускулатуры его стенок

Печень, – самая крупная из пищеварительных желез, занимает верхний отдел брюшной полости, располагаясь под диафрагмой, главным образом с правой стороны. По форме печень несколько напоминает шляпку большого гриба, имеет верхнюю выпуклую и нижнюю слегка вогнутую поверхности. Однако выпуклость лишена симметричности, так как наиболее выступающей и объемистой частью является не центральная, а правая задняя, которая спереди и влево клинообразно суживается.

Желчный пузырь представляет собой мешкообразный резервуар для вырабатываемой в печени желчи; он имеет удлинненную форму с широким и узким концами, причём ширина пузыря от дна к шейке уменьшается постепенно.

Легкое – парный орган, располагается в грудной полости. У детей легкое бледно-розового цвета, впоследствии становится аспидно-синим с полосами и пятнами. Ткань легкого в нормальном состоянии эластична и на разрезе мелкопористая.

Легкие покрыты плеврой. Она, как и брюшина, представляет собой гладкую блестящую серозную оболочку. Различают париетальную плевру и висцеральную между которыми образуется щель – плевральная полость, заполненная небольшим количеством плевральной жидкости.

Внутренние органы исследуют следующим образом: вначале визуально определяют цвет органа, его размеры (по краям), конфигурацию, наличие на поверхности патологоанатомических изменений, кровоизлияний и др. Затем орган прощупывают с целью установления уплотнений и размягченных участков. По окончании осмотра делают несквозные разрезы, обращая внимание на цвет и консистенцию паренхимы, наличие измененных участков, кровоизлияний, некроза, гнойных масс и т. д. При наличии на органе лимфатических узлов их вскрывают.



Селезенка. Осматривают снаружи, определяют размер, цвет, упругость. Затем разрезают вдоль, обращая внимание на внешний вид и консистенцию пульпы. Делают соскоб тыльной стороной ножа.

Сердце. Рассекают перикард и осматривают эпикард. Под эпикардом нередко можно обнаружить цистицерка. Разрезают сердце по большой кривизне, устанавливают состояние миокарда, эндокарда и наличие крови в полостях сердца. Определяют содержание и характер крови в полостях сердца, состояние эндокарда и клапанов. Делают несколько продольных разрезов и один поперечный несквозной разрез сердечной мышцы (на цистицеркоз).

Печень. Осматривают орган с поверхности. Разрезают и осматривают портальные лимфатические узлы. Делают 2...3 несквозных продольных разреза с висцеральной стороны для исследования желчных протоков на наличие гельминтов (фасциолез, дикроцелиоз). Определяют консистенцию паренхимы и цвет на разрез. Осматривают диафрагмальную сторону, отпрепарируют остатки диафрагмы и делают надрез паренхимы с целью выявления патологических изменений (абсцессы, обызвествления, личинки гельминтов, актиномикомы и др.).

Легкие. Осмотр начинают с легких, определяя их величину, состояние краев, консистенцию, цвет, характер легочной плевры и возможные наложения на ней, прощупывают руками от нижних долей к верхним. Вскрывают лимфатические узлы. Для обнаружения левого бронхиального узла оттягивают вилкой дугу аорты и лезвие ножа направляют под углом 45° к трахее. Правый бронхиальный узел лежит на трахее. Эпартериальный узел находится у основания добавочной доли правого легкого. Средостенные узлы краниальные, медиальные и каудальный находятся между правым и левым легким среди жировой и соединительной ткани. Средостенные лимфатические узлы собирают лимфу с легочной плевры и сердца, в средостенный краниальный впадают лимфатические протоки из селезенки и портальных лимфатических узлов. Иногда на аорте остаются средостенные дорсальные лимфатические узлы. Обычно их находят под телами грудных позвонков. У крупного и мелкого рогатого скота имеются краниальные, медиальные и каудальные средостенные лимфоузлы. С дорсальной поверхности надрезают каждое легкое в местах крупных бронхов (для выявления гемоаспирации, заканыживания); определяют цвет и консистенцию паренхимы.

Почки. Извлекают из туши, снимают капсулу, осматривают с поверхности и прощупывают. Определяют размер, цвет, наличие патологических изменений. При необходимости разрезают продольно, исследуют состояние коркового и мозгового слоев.

Голова. Осматривают слизистые губ, носовые отверстия и язык, который должен быть выведен из межчелюстного пространства. Тыльной стороной ножа с поверхности языка очищают слизь и остатки кормовых масс, осматривают слизистую языка и его прощупывают. Одновременно осматривают слизистые десен и ротовой полости, а также кости черепа, нижней и верхней челюстей, миндалины, надгортанник, глотку и гортань. Губы и язык прощупывают. Оттягивают вилкой отрезок мышцы стерноцефаликус и делают разрезы вдоль ветвей нижней челюсти, вскрывая правый и левый нижнечелюстные лимфатические узлы. Разрезают наружные жевательные мышцы с одновременным вскрытием околоушных лимфатических узлов. Для исследования наружных жевательных мышц на цистицеркоз делают по два параллельных разреза с наружной стороны и по одному разрезу с внутренней. Затем рассекают нёбную занавеску, производят осмотр и в необходимых случаях разрезы тканей с правой и левой стороны у корня языка, осматривают миндалины, надгортанник и гортань. При этом обнажают заглоточные медиальные лимфатические узлы. В последнюю очередь исследуют заглоточные латеральные лимфатические узлы, которые находятся по краям мышечков заглоточной кости (иногда они остаются на шее).

#### **Лекция № 5 Использование крови в производстве мясопродуктов (1 час)**

Пищевая кровь и кровепродукты находят применение для производства различных продуктов питания.

Направления рациональной переработки и использования пищевой крови для производства мясопродуктов достаточно широки. Цельную кровь применяют при выработке кровяных колбас, зельцев, консервов и других мясопродуктов. В качестве сырья для производства кровяных колбас в основном используют низкосортное мясное сырье, кровь вареную или сырую в количестве 25—50%, мясо свиных голов. 25—30%, субпродукты II категории, свиную шкуру, жилки (соединительную ткань), полученные при жиловке мяса в количестве 25—30%, крупу перловую, гречневую и другие — 20—25%, муку пшеничную или крахмал картофельный, бульон от варки коллагенсодержащего сырья и др.

Цельную кровь или форменные элементы целесообразно использовать для улучшения окраски колбасных изделий и других мясопродуктов. Из форменных элементов готовят препарат гемоглобина разведением водой в соотношении 1:1. В результате гемолиза препарат приобретает яркую окраску. Количество добавляемого препарата или цельной крови колеблется в пределах 0,3-1% и зависит от других видов сырья, входящих в рецептуру. При использовании значительного количества говядины в

рецептуре количество добавляемой крови или препарата уменьшают. Цельную кровь или форменные элементы используют для выработки консервов «Зельц красный», «Крупянкабийская», «Кровянка по-винницки», «Колбаса бронзовая» и др. Плазму крови используют для выработки паштетных консервов.

Кровь и форменные элементы используют для стабилизации цвета мясных изделий, изготовленных с белковыми добавками. Установлено, что для достижения приемлемой окраски оптимальное количество добавленной посоленной крови при производстве мясных консервов составляет 0,4% массы продукта, а для мясных консервов, выработанных с использованием казеината натрия и яичного белка, — 1 %.

За рубежом разработаны и запатентованы различные способы получения красителей из крови для стабилизации окраски мясопродуктов.

В ряде рецептов колбасных изделий предусмотрено использование форменных элементов крови.

Осветленные кровь и форменные элементы используют при выработке вареных колбас, мясных хлебов и сарделек.

Осветленные кровь и форменные элементы в сухом, жидком и замороженном виде применяют совместно с соевым белком или казеинатом натрия. При этом 1 часть соевого изолированного белка или казеината натрия, 1 часть сухих осветленных крови и форменных элементов и 8 частей воды заменяют 10 частей жилованного говяжьего, бараньего, свиного и конского мяса, а 7 частей жидких или замороженных осветленных крови и форменных элементов, 1 часть соевого изолированного белка или казеината натрия и 2 части воды используют взамен 10 частей жилованного говяжьего, бараньего, свиного и конского мяса.

Сухую белковую смесь рекомендовано использовать при выработке варенных колбас I и II Сорт. В этом случае 2,8 % СБС и 7,2 % воды вводят в сырье взамен 10% мяса. Сухую белковую смесь можно использовать и взамен меланжа, предусмотренного рецептурами вареных колбас высшего и I сортов. При этом 0,255 кг СБС и 0,775 кг воды заменяют 1 кг меланжа.

Белковую пасту рекомендуют применять в количестве 12 % взамен 10 % мяса при выработке вареных колбас I и II сортов.

Кровяные эмульсии можно применять в колбасном производстве, заменяя до 15 % мяса в колбасном фарше, при этом вкус и цвет готовой колбасы не изменяются. Эти эмульсии (до 20 %) применяют также и для повышения биологической ценности мясных паштетов, кровяных колбас, продуктов детского питания, а также рубленых бифштексов и

котлет. Несмотря на то, что в этих продуктах крови в 3 раза больше, чем при непосредственном ее внесении в продукт, цвет готового изделия не ухудшается.

Добавление кровяной эмульсии вместо говяжьей обреси и другого мясного сырья с высоким содержанием соединительной ткани способствует улучшению питательных свойств готового продукта,.

Смесь крови и казеината натрия по содержанию важнейших аминокислот намного превышает их наличие в жирной говядине, а также нормы ФАО по потребности в них человека. Следует отметить, что смесь крови и казеината по содержанию указанных аминокислот отличается в лучшую сторону по сравнению сдельной кровью и измельченной говядиной. Все это убедительно подтверждает возможность и целесообразность использования крови в виде кровежировых эмульсий, включающих наряду с кровью, жиром и водой казеинат натрия.

Одним из направлений использования форменных элементов является применение их в качестве сырья для производства белковых гидролизатов, выпускаемых в виде коагулята или в высушенном виде.

Наибольшее распространение получили плазма и сыворотка пищевой крови для производства различных видов продуктов питания. По содержанию белка 1 кг говядины соответствует 2,5 кг плазмы, а 1 кг свинины — 1,8 кг плазмы. Исходя из содержания белка, 10 кг плазмы могут заменить 4 кг говядины и 5,6 кг свинины. Однако количество сырья, которое может быть заменено плазмой крови, определяют не только на основании содержания в ней белка, но и сухих веществ. Для обеспечения баланса сухих веществ и белка при выработке вареных колбас I и II сортов используют 10 кг плазмы с уменьшением количества добавляемой воды соответственно на 8 и 7 кг. При указанных соотношениях плазмы и заменяемой воды в колбасе обеспечивается содержание сухих веществ эквивалентно его содержанию в колбасных изделиях без замены сырья.

Использование плазмы крови положительно влияет на цвет и консистенцию колбас, повышает биологическую ценность продукции.

В нашей стране разработан ассортимент новых видов комбинированных колбас, содержащих белковые композиции на основе плазмы крови. Для улучшения вкуса этих изделий целесообразно применять усилители вкуса или ароматизаторы, высококачественные экстракты пряностей, и прежде всего чеснока.

Сухую плазму крови применяют при изготовлении мясных продуктов типа паштетов и рубленого мяса. При этом ее можно добавлять в сухом виде (1—2 % на этапе обработки фарша в куттере) либо вводить в состав предварительно приготавливаемой эмульсии из жира и воды.

Светлый пищевой альбумин можно использовать в качестве заменителя яичного белка.

Химический состав сравнимых продуктов почти одинаков. С учетом этого и хорошей растворимости как светлого альбумина, так и сухого яичного белка разработаны рецептуры печенья, тортов, пирожков, в которые был включен светлый пищевой альбумин.

## **Лекция № 6 Изменения в мясе под действием физических и химических факторов (2 часа)**

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

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

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

Видовые различия мяса проявляются в окраске, консистенции, запахе и вкусе. Из промышленно значимых видов мяса наиболее интенсивно окрашена говядина. Содержание миоглобина в говядине составляет 0,25-0,37 % к массе мышечной ткани, для свинины - 0,08-0,23 %. Для свинины характерна более нежная консистенция. В ней меньше, чем у говядины соединительной ткани, и она менее грубая, легче разваривается. Свинина имеет повышенное содержание жира, который содержит больше полиненасыщенных жирных кислот и лучше усваивается, чем говяжий и бараний. Благодаря этому промышленное значение свинины определяется содержанием как мышечной, так и жировой ткани. Технологическое значение говядины заключается в наличии водо- и солерастворимых белков.

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

Особенности количественного соотношения мягких тканей говядины, свинины, баранины определяют некоторые различия в аминокислотном составе мяса. Существенной разницы в перевариваемости белков разных видов мяса не установлено. Коэффициент усвояемости организмом человека мяса говядины в среднем составляет 82-83 %. Мясо птицы содержит меньше соединительной ткани, чем мясо животных. Его биологическая ценность выше, оно легче переваривается, чем мясо животных. В жире птицы больше полиненасыщенных жирных кислот, чем в жире животных.

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

Влияние возраста. С возрастом изменяется морфологический и химический состав мяса, его физико-химические и органолептические свойства. В процессе роста животных и птицы в мясе повышается содержание жира и уменьшается количество влаги. Нарастает жесткость мяса вследствие утолщения мышечных волокон, увеличения доли эластиновых волокон в соединительной ткани и упрочнения коллагеновых волокон, что снижает степень гидротермического распада коллагена. По этой причине мясо молодых животных отличается более нежной консистенцией после тепловой обработки. Мясо молодых животных отличается также более светлой окраской. У свиней максимальные качественные характеристики формируются в основном к 8-ми месяцам, у КРС - в возрасте от 12 до 18 месяцев. Для обеспечения относительной идентичности в качественных показателях мяса КРС при убое подразделяют в зависимости от возраста на 2 группы: животные старше 3-х лет (мясо взрослых животных) и с возрастом от 3-х месяцев до 3-х лет (мясо молодых животных).

Влияние породы. Животные различных пород имеют различия по живой массе, выходу и качеству мяса. Мясные породы КРС имеют хорошо развитые мускульную и жировую ткани, такое мясо более сочное, нежное, вкусное. Для мяса, полученного от молочных и мясомолочных пород, характерны повышенное содержание соединительной ткани и кости, меньшее содержание внутримышечного жира, худшие органолептические показатели. У животных мясных пород мышечная ткань развивается преимущественно в частях туши, дающих наиболее ценное мясо, - в области спины, поясницы, в тазобедренной части.

Влияние пола. Пол животных влияет на качество и количество получаемого мяса. Половые различия в мясе молодых животных почти не влияют на качество мяса, но они заметно проявляются у взрослых и старых животных. Мясо самок более жирное, нежное,

светлое. Мясо кастрированных животных имеет рисунок «мраморности». Мясо некастрированных самцов отличается специфическим неприятным запахом. По этой причине мясо быков, хряков в реализацию не допускают, а используют для промышленной переработки. В колбасном производстве особое значение придается мясу быков, содержащему больше мышечной ткани, чем мясо волов и коров, и отличающемуся темно-красным цветом.

Влияние упитанности. При прочих равных условиях упитанность животных оказывает решающее влияние на выход, тканевый и химический состав мяса. Упитанность животных определяют степенью развития мышечной и жировой тканей и их соотношением. С повышением упитанности животных и птицы увеличивается содержание в туше мякотной части и наиболее ценных мышечной и жировой тканей. При этом в общем количестве белков мяса падает доля коллагена и эластина и повышается содержание полноценных белков. Упитанность влияет также на содержание в мясе многих других веществ. Например, содержание гликогена в мясе КРС средней упитанности составляет около 460 мг %, а в мясе тощих животных - лишь около 190 мг%. В зависимости от упитанности говядину, баранину, свинину делят на категории. Следует отметить, что упитанность животных напрямую зависит от условий их содержания и рациона кормления.

Влияние анатомического происхождения. Для розничной торговли и промышленной переработки говяжьей, свиные полутуши, бараньи туши и тушки птицы разделяют на части. Различные части одной и той же туши различаются по количественному соотношению тканей, так как при жизни животного эти части несут разную нагрузку. Чем выше нагрузка, тем больше в мясе соединительной ткани, тем толще и прочнее мышечные и коллагеновые волокна, и следовательно, жестче мясо. Мышцы шейной, грудной, брюшной частей туши и конечности относятся к усиленно работающим мышцам, и поэтому содержат больше соединительной ткани, чем мышцы задних и верхних частей туши. Лучшие сорта мяса расположены в спинной части животного; чем ближе к голове и ниже от спины, тем хуже сорт мяса. Прочностные свойства тех или иных мускулов связаны со строением и содержанием в них соединительной ткани, с диаметром мышечных волокон. Например, в поясничном мускуле соединительная ткань представлена тонкими коллагеновыми волокнами, расположенными между мышечными пучками в виде параллельных нитей. Эластиновых волокон мало. В результате эта мышца отличается высокой нежностью. Соединительная ткань наружного грудного мускула имеет ромбовидное плетение и образует сильно развитый перимизий, коллагеновые волокна значительной толщины и сложного

переплетения, много эластиновых волокон. Все эти факторы в совокупности определяют повышенную жесткость данного мускула. Чем выше диаметр мышечных волокон, тем выше жесткость мяса, так как сарколемма более толстых волокон сильнее развита и более прочна. С44 увеличением диаметра волокна на 10 % сопротивление резанию возрастает на 20-30 %. Различия частей туши животного в анатомическом плане определяют разницу в их тканевом и химическом составе, а значит и в пищевой ценности, что диктует целесообразность комбинированного использования мясных полутуш при их переработке и реализации.

### **Лекция № 7 Биохимические изменения в мясе и мясопродуктах в ходе микробиологических процессов (2 часа)**

Мясо, получаемое после убоя и первичной обработки туш животных, не является стерильным и характеризуется так называемой первоначальной обсемененностью, уровень которой зависит от многих факторов.

Вследствие высокого содержания влаги и белков мясное сырье служит благоприятной средой для развития гнилостной микрофлоры, вызывающей порчу мяса. Механизм гнилостной порчи мяса заключается в следующем.

Белки, являющиеся высокомолекулярными соединениями, не способны диффундировать через клеточные оболочки микроорганизмов. Для преобразования их в пригодные для всасывания и усвоения соединения гнилостные микроорганизмы выделяют в субстрат протеолитические ферменты, катализирующие гидролиз белков, полипептидов и дальнейшие превращения свободных аминокислот.

Таким образом, гниение следует рассматривать как процесс разложения белковых веществ мяса под действием ферментов гнилостных микроорганизмов. При гнилостном распаде белков образуются разнообразные продукты гниения.

В процессе гниения участвует большое число различных микроорганизмов; общий биохимический характер этих процессов довольно постоянен; детали изменяются в зависимости от вида микрофлоры, внешних условий, состава и свойств белков. Гниение может происходить при доступе (аэробное гниение) и в отсутствии кислорода (анаэробное гниение). Обычно гнилостное разложение мяса начинается с поверхности под действием аэробов и факультативных аэробов. Наиболее распространенными гнилостными микробами являются *Bact. proteus*, *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus*, *Bac. Pseudomonas* и некоторые виды анаэробов: *Bac. sporogenes*, *Bac. putrificus* и др.

В ходе микробиальных превращений белков в мясе накапливаются вещества самой разной химической природы. На начальной стадии гнилостного разложения происходит



гидролиз пептидных цепей белковых молекул с образованием полипептидов разной молекулярной массы и некоторого количества свободных аминокислот.

Таким образом, первичными продуктами распада белков являются полипептиды, которые с водой образуют слизь. Полипептиды в основном растворимы в горячей воде и при варке испорченного мяса переходят в бульон, который становится мутным. Эти свойства бульона используют для суждения о свежести мяса. Образование слизи на поверхности мяса является характерным признаком развития аэробной гнилостной порчи.

Ослизнение – это один из наиболее часто встречающихся видов порчи охлажденного мяса при хранении и транспортировке. Оно обнаруживается, когда на один см<sup>2</sup> поверхности насчитывается около 10<sup>7,5</sup> микроорганизмов.

При низких плюсовых температурах срок появления ослизнения зависит от первоначальной микробиальной обсемененности мяса и относительной влажности воздуха. Сначала образуются отдельные колонии, потом они сливаются в сплошной мажущийся слизистый налет мутно-серого цвета.

Мясо, пораженное ослизнением, теряет товарный вид, вкус, аромат, становится влажным и липким на ощупь. Мясо при ослизнении промывают, определяют степень свежести и используют для промышленной переработки (если нет отклонений по показателям свежести).

При хранении мяса с признаками ослизнения происходит его дальнейшая порча - гниение. По мере развития гнилостных процессов растет количество свободных аминокислот и начинаются процессы их превращения с образованием вторичных и конечных (неорганических) продуктов гниения. Распад аминокислот в зависимости от характера микрофлоры и конкретных условий внешней среды происходит путем гидролитического, окислительно-восстановительного дезаминирования и декарбоксилирования.

В ходе дезаминирования аминокислот образуются аммиак, жирные кислоты (уксусная, масляная, муравьиная, пропионовая), оксикислоты, альдегиды, спирты. Их образование влияет на формирование неприятного запаха.

В результате декарбоксилирования образуется углекислый газ и амины, некоторые из которых ядовиты. Катализируемое ферментами гнилостной микрофлоры дезаминирование и декарбоксилирование тирозина и триптофана приводит к образованию, помимо аммиака и углекислого газа, крезол, фенола, скатола, индола, которые являются ядовитыми и резко ухудшают запах мяса. Распад серусодержащих аминокислот (метионина, цистина) сопровождается накоплением сероводорода, аммиака, меркаптанов, что отрицательно влияет на запах мяса. Изменение цвета мяса при

гнилостной порче обусловлено взаимодействием  $H_2S$  с миоглобином. Образующийся сульфомиоглобин или холемиоглобин придает мясу зеленую окраску. Приобретение мясом зеленой или желтой окраски может быть результатом окисления миоглобина пероксидом водорода, продуцируемого некоторыми микроорганизмами. Кроме того, причиной изменения окраски могут служить пигменты различного цвета, выделяемые некоторыми микроорганизмами. Наряду с изменениями мышечных белков развитие микробиологических процессов приводит к изменению компонентов соединительной ткани.

Под действием коллагеназы и гиалуронидазы, выделяемых некоторыми микроорганизмами, происходит гидролиз коллагена и распад мукополисахаридов, что отражается на микроструктуре мяса, его консистенции. Некоторые микроорганизмы (например, *Pseudomonas*) имеют ферментные системы, вызывающие гидролитические и окислительные изменения липидов, в результате которых в мясе накапливаются свободные жирные кислоты, органические перекиси, а на более поздних стадиях - альдегиды, кетоны, оксикислоты.

В процессе гнилостного разложения разрушаются практически все компоненты мяса, однако наибольшее значение имеют превращения белковых веществ. В мясе при гниении появляются новые химические соединения, а также изменяется количественное содержание имеющихся. Все это существенно влияет на изменение цвета, запаха, вкуса, консистенции, пищевой ценности и безвредности мяса в сторону их ухудшения.

Испортившееся мясо может стать причиной пищевых отравлений: токсикоинфекций, возникающих при употреблении человеком продукта, содержащего сальмонеллы, кишечную палочку и протей; и интоксикаций, вследствие наличия в продуктах ядов (токсинов), выделяемых некоторыми видами микроорганизмов (стафилококки, стрептококки, ботулинус) в процессе их деятельности.

Таким образом, развитие гнилостной микрофлоры сопровождается распадом белков, разрушением аминокислот, в том числе и незаменимых, накоплением продуктов их превращений, что понижает пищевую и биологическую ценность мяса, резко ухудшает его цвет, запах, консистенцию, способствует образованию вредных для человека веществ и делает мясо непригодным в пищу.<sup>55</sup> Важно обнаружить гнилостное разложение на ранней стадии. Это можно сделать с использованием ряда субъективных и объективных показателей.

Эффективный способ выявления порчи - варка проб, так как при повышении температуры возрастает испаряемость летучих соединений. Рекомендуется также растирать кусочки мяса между пальцами. Запах разлагающегося мяса значительно

усиливается при нанесении на его поверхность разбавленных кислот и щелочей. При развитии анаэробной порчи эффективным способом проверки является прокалывание глубоких слоев мяса деревянной палочкой.

При объективной оценке свежести мяса определяют содержание летучих жирных кислот и по их количеству мясо разделяют на свежее, сомнительной свежести и несвежее. Для объективной оценки свежести мяса используют также микробиологические и гистологические методы анализа. От степени свежести мяса зависит направление его использования.

### **Лекция № 8 Принципы создания комбинированных мясопродуктов (2 часа)**

Разработка технологий комбинированных мясопродуктов позволяет, путем введения растительных компонентов, достигнуть сбалансированности по химическому составу и обеспечить необходимое для геродиетического продукта количество питательных веществ.

Для сохранения целевых свойств соблюдается щадящая технологическая обработка, позволяющая максимально сохранить биологически активные вещества исходного сырья. Применив процесс моделирования, на 1-ом этапе аминокислотного состава белка проектируемого продукта, на 2-ом – жирнокислотного состава, на 3-ем – углеводного, витаминного, минерального состава и рассчитав энергетическую ценность рецептурных композиций, разработчиками были получены рецептурные композиции мясорастительных пельменей 1 и 2, которые наиболее полно отвечали требованиям, предъявляемым к геродиетическим продуктам.

Вовлечение в процесс изготовления продовольствия изолированных белков, которые относятся ко вторичным продуктам, способствовало возникновению понятия «комбинирования мяса». Продукция обладает высокой пищевой ценностью и характеризуется теми функционально-технологическими качествами, которые ей задали на производстве. Такое направление индустрии позволяет существенно улучшить степень использования белка и повысить глубину переработки сырья.

С появлением комбинированных продуктов питания в мясной индустрии повысился производственный сегмент, увеличились объемы изготовления. Это гарантирует экономические преимущества.

Чтобы понять, что представляют собой реструктурированные мясопродукты, необходимо назвать несколько товарных единиц: колбаса ветчинного типа, котлеты, фарш и прочие изделия. В отличие от цельномышечных продуктов, такой товар нуждается в

дополнительной обработке. На производстве применяется несколько видов переработки сырья:

1. Варка. Процесс осуществляется на пару или в воде. Предусматривает добавление овощей, специй для усиления вкуса.
2. Обжарка. В процессе обработки используются жиры, масла. Такие продукты любят все, кроме диетологов, которые считают, что в них много холестерина.
3. Копчение. Все любят шашлыки. Готовится такая продукция на открытом огне, пропитывается продуктами сгорания, от чего приобретает характерный запах и вкус.
4. Запекание. Процесс проходит в фольге или листьях. Более редко применяется специальная посуда.
5. Сушка. Это одна из самых трудоемких процедур. Обработка мяса таким способом требует наличия определенных навыков.

Каждый из способов обработки служит для получения определенной продукции. Нормы применения каждого из них варьируются от вида и качества сырья. Тепловое воздействие может быть заменено на холодильное, если того требует технология и потребитель. Нередко для хранения мясопродуктов используется заморозка или охлаждение – те же пельмени, блины или вареники. Потому можно уверенно говорить, что широкий ассортимент мясопродуктов представлен в замороженном виде.

Производители мясопродуктов прибегают к холодильной обработке по двум соображениям:

- заморозка уничтожает все болезнетворные микроорганизмы;
- повышается срок хранения пищи.

Проводится заморозка медленным, быстрым и сверхбыстрым способами. Последний предполагает обработку продукции в холодильных камерах туннельного типа. Такая технология существенно уменьшает потери при сушке. Этому способствует стабилизация температурного и влажностного режимов в холодильной установке. К тому же сверхбыстрая заморозка предполагает появление мелких кристаллов льда, что не приводит к большим структурным изменениям мясопродуктов.

## **2. Методические указания по проведению практических занятий**

### **2.1 Практическое занятие № ПЗ-1 Мышечная ткань в производстве мясопродуктов (2 часа)**

Мясом в промышленном значении этого слова называют скелетную мускулатуру с костями скелета, включая в их число атлант, 3-4 хвостовых позвонка, плечевую и берцовую кости. К мясу относят также мускулатуру головы, диафрагму, мышечную прослойку пищевода (пикальное мясо).

Таким образом, кроме мышечной ткани, являющейся необходимым признаком мяса, в его состав в различном количестве могут входить соединительная ткань во всех ее разновидностях (рыхлая, плотная, жировая, хрящевая, костная), кровь, нервная ткань, а также кровеносные и лимфатические сосуды и лимфатические узлы. В технологической практике ткани, из которых состоит мясо, принято классифицировать не по функциональному признаку, а по их промышленному значению. В этом смысле различают ткани: мышечную, жировую, соединительную, хрящевую, костную и кровь. Такое разделение носит условный характер, но имеет определенный практический смысл, так как большая часть тканей, хотя и не полностью, может быть отделена одна от другой и использована соответственно ее промышленному значению.

Количественное соотношение перечисленных тканей в составе мяса зависит от вида, породы, пола, возраста, характера откорма и упитанности животных, от анатомического происхождения части туши, а также от степени освобождения мяса от тканей второстепенного значения: костей, хрящей, соединительной ткани в процессе промышленной переработки и колеблется в пределах: мышечная ткань – 50-70 %, жировая ткань – 3-20 %; костная ткань – 15-22 %, соединительная ткань – 9-14 %. Количественное соотношение тканей определяет химический состав, пищевую ценность и свойства мяса.

Мышечная ткань - это часть мяса, обладающая наибольшей пищевой ценностью. Она представляет собой совокупность количественно преобладающих мышечных волокон и соединительнотканых оболочек. Отдельное мышечное волокно можно рассматривать как гигантскую многоядерную клетку. Ее оболочка - сарколемма - представляет собой двойную мембрану. Диаметр развитого мышечного волокна составляет от 10 до 100 мкм, а длина его обычно соответствует длине мышцы. Мышечные волокна содержат нитевидные образования - миофибриллы, расположенные параллельно оси волокна. Миофибриллы окружены жидкой фазой - саркоплазмой, в которой находятся ядра, митохондрии, рибосомы, лизосомы и другие клеточные органоиды. Ядра мышечного волокна, имеющие вытянутую форму, расположены непосредственно под сарколеммой.

Миофибриллы характеризуются поперечно-полосатой исчерченностью, создаваемой в результате чередования темных (анизотропных) и светлых (изотропных) участков, которые соответственно называются А-дисками и I-дисками. Z-линии, расположенные в середине I-диска, ограничивают повторяющиеся участки миофибрилл, называемые саркомерами. Длина саркомера 2,5-3 мкм. Каждая миофибрилла состоит из нескольких сот саркомеров. Кроме Z-линии различают также M-линию и H-зону, занимающие центральную часть А-диска. При сокращении мышц длина саркомера может уменьшаться на 25-50 % от первоначальной величины.

Мышечные волокна слагаются в первичные мышечные пучки. В пучках волокна разделены тончайшими прослойками соединительной ткани, связанными с волокнами – эндомизием. Первичные мышечные пучки объединяются в пучки вторичные и т.д. Пучки высшего порядка, покрытые соединительнотканной оболочкой – перимизием – и в совокупности составляет мускул. Эндомизий и перимизий образуют каркас или строму мышц. Их прочностные свойства влияют на жесткость мышечной ткани. В перимизии и эпимизии мышц некоторых видов откормленных животных находятся жировые клетки, образующие так называемую мраморность мускула.

Белковые вещества составляют 60-80 % сухого остатка мышечной ткани. Поэтому в первую очередь именно они определяют ее пищевую ценность и важнейшие свойства. Часть белковых веществ образует структурный скелет волокна и его морфологических элементов; их называют структурными белками или стромой волокна. Некоторые из них, например, белки сарколеммы, вообще нерастворимы, иные требуют для перехода в раствор большой солевой концентрации и высокого pH, которые не характерны для клеточной субстанции (белки фибрилл и структурного скелета ядер). Другая часть белковых веществ (основная масса белков саркоплазмы) находится в состоянии золей.

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.<sup>14</sup> 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.

## **2.2 Практическое занятие № ПЗ-2      Химический состав мышечной ткани (4 часа)**

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

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

Химический состав мышечной ткани весьма сложен и достаточно стабилен. В ней 70—75% воды, 18—22 — белков, 2—3% жиров, содержатся экстрактивные и минеральные вещества, ферменты и витамины.

Белки мышечной ткани в основном обладают высокой биологической ценностью, за исключением белков сарколеммы (коллаген, эластин, муцины и мукоиды), которые имеют низкую биологическую ценность.

Саркоплазма содержит более сложный комплекс белков. В ней обнаружены миоген, миоглобин, глобулин и миоальбумин. Все белки саркоплазмы биологически ценные.

Миоген составляет 20—30% всех белков мышечной ткани; он легко экстрагируется водой и на поверхности бульона после свертывания образует пену. Миоглобин и его соединения обуславливают окраску мышечной ткани. Интенсивно работавшие мышцы содержат больше миоглобина и имеют более темную окраску по сравнению с мало работавшими мышцами. В мышцах молодых животных значительно меньше миоглобина, чем у взрослых, и в связи с этим они имеют бледно-розовую окраску. Малым содержанием миоглобина объясняется и бледная окраска свинины. При скоплении миоглобина мышечная ткань приобретает буро-коричневую окраску.

В состав миофибриллярных белков входят миозин, актин, актомиозин, тропомиозинтитин, десмолин, тропонины и ряд других белков. Миозин — наиболее важный белок. В общем количестве белков мышечной ткани он составляет 35%. При определенных условиях он соединяется с белком актином. Актомиозиновый комплекс содержит все незаменимые аминокислоты.

Химический состав экстрактивных веществ мышечной ткани непостоянен и зависит от глубины послеубойных изменений в мясе. Отдельные экстрактивные вещества или продукты их превращений существенно влияют на многие свойства мяса. Они оказывают влияние на его консистенцию, влагоудерживающую способность белков и отчасти определяют вкус и аромат мяса.

К азотсодержащим экстрактивным веществам относят креатин, креатинин, креатин фосфат, карнозин, аденозинтрифосфорную кислоту и продукты ее распада, свободные аминокислоты, глутатион, пуриновые и пиримидиновые основания. Многие из перечисленных низкомолекулярных соединений участвуют в образовании вкуса и аромата мясных продуктов. По содержанию креатина судят о крепости бульона. Глутатион активизирует мышечные ферменты, улучшающие консистенцию мяса.

К экстрактивным веществам, не содержащим азота, относят гликоген, декстрины, мальтозу, глюкозу, молочную и пировиноградную кислоты. Количество и соотношение этих веществ зависят от состояния животного и продолжительности хранения мяса.

Гликоген, называемый животным крахмалом, играет роль энергетического вещества. В мышечной ткани гликоген содержится в свободном и в связанном с белками состоянии. Содержание гликогена в мышцах достигает 0,8%, но значительно больше его в печени. В мышцах откормленных и упитанных животных гликогена несколько больше, чем у истощенных, утомленных и больных. После убоя животного гликоген распадается с образованием в основном молочной кислоты, от содержания которой зависят многие процессы, косвенно оказывающие влияние на консистенцию и вкус мяса. Кроме того, кислая среда, обусловленная накоплением молочной и фосфорной кислот, препятствует развитию гнилостной микрофлоры.

### **2.3 Практическое занятие № ПЗ-3 Аутолитические изменения в мышечной ткани (2 часов)**

Мясо только что убитого животного (горяче-парное мясо) мягкой консистенции, без выраженного приятного ароматического запаха, при варке дает мутноватый неароматный бульон и не обладает высокими вкусовыми качествами.



Более того, в первые часы после убоя животного мясо приобретает ярко выраженную жесткость, при которой сохраняются его низкие вкусовые качества, плохая усвояемость и даже непригодность к кулинарной обработке.

Спустя 24-72 ч после убоя животного (в зависимости от температуры среды, аэрации и других факторов) в мясе исчезает его жесткость, оно приобретает сочность и специфический приятный запах, на поверхности туши образуется плотная пленка (корочка подсыхания), из него можно отделить мясной сок, при варке дает прозрачный ароматный бульон, становится нежным и т. д.

Происходящие в мясе процессы и изменения, в результате которых оно приобретает желательные качественные показатели, принято называть созреванием мяса.

Созревание мяса представляет собой совокупность сложных биохимических процессов в мышечной ткани и изменений физико-коллоидной структуры белка, протекающих под действием его собственных ферментов.

Процессы, происходящие в мышечной ткани после убоя животного, можно условно подразделить на три следующие фазы: послеубойное окоченение, созревание и аутолиз.

Послеубойное окоченение в туше развивается в первые часы после убоя животного. При этом мышцы становятся упругими и слегка укорачиваются. Это значительно увеличивает их жесткость и сопротивление на разрезе. Способность такого мяса к набуханию очень низкая. При температуре 15—20 °С полное окоченение наступает через 3—5 ч после убоя животного, а при температуре от 0 до 2 °С — через 18—20 ч.

Процесс посмертного окоченения сопровождается некоторым повышением температуры в туше в результате выделения тепла, которое образуется от протекающих в тканях химических реакций.

Окоченение мышечной ткани, наблюдающееся в первые часы и сутки после убоя животных, обусловлено образованием нерастворимого актомиозинового комплекса вследствие распада аденозин-трифосфорной кислоты (АТФ) до аденозиндифосфорной и аденозинмонофосфорной и фосфорной кислот.

Эти изменения в белковой части мяса находятся в прямой зависимости от концентрации АТФ. Сразу же после убоя, когда концентрация АТФ в мясе достаточно высока и белки актин и миозин не находятся в состоянии взаимной связи, общее число гидрофильных центров их структуре достаточно велико. Такому состоянию белков соответствует их высокая степень гидратации, которая не позволяет, из парного мяса отделить хотя бы малую часть мясного сока. Уменьшение количества АТФ, происходящее в результате ферментативного действия миозина, сопряжено с ассоциацией актина и

миозина и образованием актомиозинового комплекса. В связи с этим число гидрофильных центров в молекулах белков уменьшается, так как эти группы блокируются.

В результате понижается уровень гидратации и сокращается объем актомиозинового геля.

Кислая среда, которая является следствием распада АТФ и началом необратимого процесса гликолиза мышечного гликогена, усиливает мышечное окоченение. Замечено, что мышцы животных, погибших при явлениях судорог, окоченевают быстрее. Окоченение без накопления молочной кислоты характеризуется слабым напряжением мышц и быстрым разрешением процесса.

Однако уже задолго до завершения фазы окоченения в мясе развиваются процессы, связанные с фазами его собственного созревания и аутолиза. Фаза собственного созревания мяса характеризуется интенсивным распадом мышечного гликогена и накоплением молочной кислоты, а также некоторыми изменениями химического состава и физико-коллоидной структуры белков.

Известно, что после убоя животного приток кислорода к клеткам мышечной ткани прекращается. В связи с этим синтез гликогена становится невозможным, а распад его под действием гликолитических ферментов происходит двумя путями: амилалитическим с образованием редуцирующих сахаров и гликолитическим (фосфоролиз) с образованием молочной кислоты. Этот процесс превращения углеводов при созревании мяса необратимый.

Гликоген через ряд промежуточных реакций переходит в молочную кислоту, которая накапливается в мышечной ткани. Изменения содержания гликогена и молочной кислоты. Одновременно из промежуточных фосфорных соединений освобождается фосфорная кислота. Накапливаются кислоты также в процессе биохимических изменений нуклеотидов (распад АТФ).

В результате накопления молочной, фосфорной и других кислот в мясе увеличивается концентрация водородных ионов, вследствие чего к концу суток рН (реакция среды) снижается до 5,8—5,7, иногда ниже.

В кислой среде при распаде АТФ и фосфорной кислоты происходит частичное накопление неорганического фосфора. Резко кислую среду и наличие неорганического фосфора считают причиной диссоциации актомиозинового комплекса на исходные белки — актин и миозин. С распадом актомиозинового комплекса завершается первая фаза созревания, снимаются явления окоченения мышц, и исчезает жесткость мяса. Следовательно, фазу окоченения от других фаз обособить нельзя, это один из этапов процесса созревания мяса.

Кислая среда сама по себе действует бактериостатически и даже бактерицидно, а поэтому при сдвиге pH в кислую сторону в мясе создаются неблагоприятные условия для развития микроорганизмов.

Кислая среда приводит к изменениям химического состава и физико-коллоидной структуры белков. Молочные и другие кислоты изменяют проницаемость мышечных оболочек и степень дисперсности белков. Кислоты вступают во взаимодействие с протеинами кальция, и кальций отщепляют от белков. Переход кальция в экстракт ведет к уменьшению дисперсности белков, в результате чего теряется часть гидратносвязанной воды. Поэтому из созревшего мяса центрифугированием можно отделить мясной сок.

Кислая среда, высвободившаяся гидратнооовязанная вода и воздействие протеолитических ферментов создают условия разрыхления сарколеммы мышечных волокон и в первую очередь разрыхления и набухания коллагена. Это в значительной степени способствует изменению консистенции мясе и более выраженной его сочности. Очевидно, с набуханием коллагена, а затем с частичной отдачей влаги с поверхности туши в окружающую среду следует связывать образование на ее поверхности корочки подсыхания.

Фаза собственного созревания во многом определяет интенсивность течения физико-коллоидных процессов и микроструктурных изменений мышечных волокон, которые присущи для фазы аутолиза.

Аутолиз при созревании мясе понимают в широком смысле слова и связывают его не только с распадом белков, но и с процессом распада любых составных частей клеток. В связи с этим процессы, происходящие в фазе собственного созревания, невозможно отделить или обособить от таковых при аутолизе.

Тем не менее, в результате комплекса причин (действие протеолитических ферментов, продукты аутолитического распада небелковых веществ, резко кислая среда и др.) происходит аутолитический распад мышечных волокон на отдельные сегменты.

На первом этапе этого процесса обнаруживается сегментация в отдельных мышечных волокнах при сохранении их эндомизия. При этом в сегментах сохраняется структура ядер, поперечная и продольная исчерченность.

На втором этапе сегментируется большинство мышечных волокон. Эндомизий волокон, структура ядер, поперечная и продольная исчерченность продолжают сохраняться.

На третьем этапе (фаза глубокого аутолиза) сегменты распадаются на миофибриллы, а миофибриллы — на саркомеры. Последние под микроскопом просматриваются в виде зернистой массы, заключенной в эндомизий.

Морфологические и микроструктурные изменения в тканях по завершении фазы созревания приводят к размягчению и разрыхлению мяса, приданию ему нежности, благодаря чему пищеварительные соки свободно проминают к саркоплазме, что улучшает ее переваримость и усвояемость. Необходимо отметить, что степень этих изменений мяса зависит от содержания в нем соединительнотканых белков: чем больше их, тем меньше изменяется само мясо.

Следовательно, различные белковые компоненты в процессе созревания мяса претерпевают неодинаковые превращения, характерным образом влияющие на изменение его нежности. Фибриллярные белки, претерпевая при созревании определенный протеолиз, становятся более растворимыми. Относительно незначительным протеолитическим превращениям подвергаются соединительнотканые белки. Поэтому при равных условиях созревания нежность различных отрубов мяса одного и того же животного, а также одинаковых отрубов различных животных оказывается неодинаковой; нежность мяса, содержащего много соединительной ткани, невелика, а мясо молодых животных нежнее, чем старых.

В результате комплекса аутолитических превращений различных компонентов мяса при его созревании образуются и накапливаются вещества, обуславливающие аромат и вкус созревшего мяса. Определенный вкус и аромат придают мясу азотсодержащие экстрактивные вещества — гипоксантин, креатин и креатинин, образующиеся при распаде АТФ, а также накапливающиеся свободные аминокислоты (глутаминовая кислота, аргинин, треонин, фенилаланин и др.). В образовании букета вкуса и аромата, по-видимому, участвуют пировиноградная и молочная кислоты.

Вкус и аромат зависят от накопления в созревшем мясе легкорастворимых и летучих веществ типа эфиров, альдегидов и кетонов. В дальнейшем в ряде исследований показано, что ароматические свойства созревшего мяса улучшаются по мере накопления в нем общего количества летучих редуцирующих веществ. В настоящее время при помощи газовой хроматографии и масспектрометрического анализа установлено, что к соединениям, обуславливающим запах вареного мяса, относятся ацетальдегид, ацетон, метилэтилкетон, метанол, метилмеркаптан, диметилсульфид, этилмеркаптан и др.

При повышении температуры (до 30 °C), а также при длительной выдержке мяса (свыше 20—26 суток) при низких плюсовых температурах ферментативный процесс созревания заходит так глубоко, что в мясе заметно увеличивается количество продуктов распада белков в виде малых пептидов и свободных аминокислот. На этой стадии мясо приобретает коричневую окраску, в нем сильно увеличивается количество аминного и

аммиачного азота, происходит заметный гидролитический распад жиров, что резко снижает его товарные и пищевые качества.

Биохимические процессы, происходящие при созревании в мясе больных животных, отличаются от таковых в мясе здоровых животных. При лихорадке и переутомлении энергетический процесс в организме повышен. Окислительные процессы в тканях усилены. Изменение углеводного обмена при болезнях и переутомлении характеризуется быстрой убылью гликогена в мышцах. Повышенная деятельность окислительных ферментов при жизни больного животного может после прекращения жизни замедлить деятельность гидролиза, что приводит к недостаточности гликолиза и фосфоролиза. Недостаточность газообмена в легких у тяжело больных животных и понижение снабжения тканей кислородом приводят к кислородному голоданию последних. Обмен веществ при кислородном голодании изменяется в сторону снижения интенсивности жирового обмена тканей. Отложение жира в органах сопровождается сокращением запасов гликогена.

Почти при всяком патологическом обмене веществ содержание гликогена в мышцах уменьшается. Поскольку в мясе больных животных гликогена меньше (по сравнению с мясом здоровых), то и количество продуктов распада его (глюкозы, молочной кислоты и др.) незначительно. Кроме того, при тяжело протекающих заболеваниях еще при жизни животного в мышцах накапливаются промежуточные и конечные продукты белкового метаболизма. В некоторых случаях в первый час после убоя животного в мясе обнаруживают повышенное против нормы количество аминного и аммиачного азота.

Незначительное накопление кислот и повышенное содержание полипептидов, аминокислот и аммиака являются причиной для снижения показателя концентрации водородных ионов при созревании мяса больных животных. Этот фактор влияет на активность ферментов мяса. В большинстве случаев концентрация водородных ионов в мясе больных животных более благоприятна для действия пептидаз и протеаз. Накопление в мясе больных животных экстрактивных азотистых веществ и отсутствие резкого сдвига величины рН в кислую сторону являются условиями, благоприятными для развития микроорганизмов.

Изменения, происходящие в мясе больных животных, по-иному влияют и на характер его физико-коллоидной структуры. Меньшая кислотность вызывает незначительное выпадение солей кальция, что, в свою очередь, является причиной меньшего изменения степени дисперсности белков и других изменений, характерных для них при нормальном созревании мяса. Сравнительно высокий показатель рН, накопление

продуктов распада белков и развитие микроорганизмов определяют меньшую стойкость мяса больных животных при хранении. Перечисленные признаки свойственны мясу каждого тяжело больного животного; они являются причиной известной однотипности в изменении физико-химических показателей мяса, полученного от животных, убитых в тяжелом патологическом состоянии независимо от природы заболевания.

#### **2.4 Практическое занятие № ПЗ-4      Соединительные ткани (2 часов)**

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

Соединительная ткань выполняет различные прижизненные биологические функции:

- участвует в построении разнообразных тканей и органов животного и его скелета,
- объединяет отдельные части организма,
- участвует в передаче механических усилий,
- играет защитную роль и роль запасного депо жировых веществ.

Функциональное назначение определяет существенные различия в строении и свойствах соединительной ткани, с учетом которых ее подразделяют на собственно соединительную, хрящевую и костную. Несмотря на некоторые морфологические различия, все виды соединительной ткани представляют собой систему, состоящую из аморфного основного (межклеточного) вещества, волокон и клеток.

Особенности свойств разновидностей соединительной ткани формируются в зависимости от состояния основного вещества. У собственно соединительной ткани оно полужидкое, слизеподобное. У хрящевой ткани основное вещество более плотное, эластичное. У костной ткани - оно весьма плотное и прочное за счет накопления минеральных веществ. Располагаемые в межклеточном веществе волокна могут быть трех видов и различаются по строению и свойствам: (преимущественно коллагеновые лентовидной формы), Эластиновые (нитевидной формы) и ретикулиновые.

В зависимости от количественного соотношения морфологических элементов различают разновидности собственно соединительной ткани:

- плотную,
- эластическую,
- рыхлую,
- слизистую.

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

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

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

Из слизистой ткани построены слизистые оболочки внутренних органов. В слизистой соединительной ткани довольно много сложных белков: муцинов и мукоидов. Химический состав различных видов собственно соединительной ткани не одинаков.

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 соединительной ткани в меньшем 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 собственно соединительной ткани будут определяться свойствами и количественным соотношением белков коллагена и эластина.

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

Для коллагена характерны 4 уровня структурной организации молекулы.

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

оксипролина можно судить о количестве белков соединительной ткани в составе мяса. По аминокислотному составу коллаген является неполноценным белком.

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

Третичная структура молекулы коллагена представляет собой трехцепочечную спираль, называемую тропоколлагеном. Эта субъединица построена из трех полипептидных цепей, плотно скрученных в виде трехжильного каната и соединенных, кроме того, поперечными водородными и ковалентными связями.

Четвертичная структура. В результате агрегации молекул тропоколлагена в продольном и поперечном направлениях происходит формирование надмолекулярной структуры коллагена - протофибрилл, представляющих собой тончайшие волокна, обладающие поперечной исчерченностью. Протофибриллы объединяются в фибриллы, более крупные единицы, из которых формируются коллагеновые волокна. В построении коллагена участвуют глюкоза и различные мукополисахариды (сложные углеводы), выполняющие роль веществ, стабилизирующих структуру белка.

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

Нативный коллаген нерастворим во воде, но набухает в ней и водных раствора кислот и щелочей с увеличением массы в 1,5-2 раза. Способность коллагена к набуханию широко используется в промышленной практике переработки коллагенсодержащего сырья. Коллаген медленно переваривается пепсином и почти не переваривается трипсином, но разрушается коллагеназой и некоторыми растительными ферментами. Неполноценность коллагена и низкая перевариваемость белка определяют более низкую биологическую ценность плотной соединительной ткани по сравнению с мышечной. Коллаген поддается дублению альдегидами, компонентами копильного дыма и другими веществами. После дубления он становится более прочным, водостойким, труднодоступным для микробных ферментов. Очень важны последствия нагрева коллагена в присутствии воды. При умеренном тепловом нагреве (до 58-62 °C) происходит сваривание коллагена. При сваривании ослабевает и разрывается часть



водородных связей, удерживающих полипептидные цепи в структуре коллагена, разрушается структура тропоколлагена. Сваривание коллагена подобно денатурации растворимых белков. При сваривании коллагеновые волокна укорачиваются, утолщаются. Растет гидратация белка, доступность действию протеаз. При дальнейшем осторожном нагреве происходит гидротермический распад коллагена за счет разрушения большинства поперечных связей в структуре коллагена без заметного нарушения пептидных связей. При этом коллаген переходит в водорастворимый продукт - глютин (желатин). Скорость перехода коллагена в глютин зависит от вида сырья, условий его предварительной обработки и нагрева. Процесс превращения коллагена в глютин называют пептизацией. Набухший коллаген разваривается значительно быстрее, более полно и при менее высокой температуре, что используется при получении желатина высокого качества. Одновременно с пептизацией коллагена начинается гидролиз образующегося глютина. Продукты распада обычно называют глютозами или желатозами. При температурах, близких к температуре сваривания коллагена, скорость образования глютина превышает скорость его гидролиза, поэтому разрушение структуры коллагена происходит с преимущественным образованием глютина. С повышением температуры возрастает скорость гидролиза глютина относительно скорости его образования. В продуктах распада возрастает количество желатоз. Чем выше температура и дольше нагрев, тем больше образуется низкомолекулярных продуктов гидротермического распада коллагена. Важнейшим свойством глютина является способность образовывать гели (студни). Растворы желатина образуют гель при низкой концентрации (1 %). При кипячении в воде или в кислой среде желатин быстро гидролизуются и теряет способность к гелеобразованию.

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

Эластин менее распространен в животных организмах, чем коллаген. Является фибриллярным белком, по ряду свойств напоминает коллаген, но по некоторым свойствам от него отличается. По аминокислотному составу эластин сходен с коллагеном, - в нем содержатся оксипролин, пролин, гликокол. Имеются специфические аминокислоты, отсутствующие в других белках, - десмозин и изодесмозин, - построенные из остатков лизина и образующие поперечные ковалентные связи между полипептидными цепочками эластина. Эластин является неполноценным белком вследствие отсутствия триптофана и метионина. Благодаря особенностям строения полипептидной спирали эластин хорошо

растяжим. Длина эластиновых волокон в отличие от коллагеновых может увеличиваться вдвое и после снятия нагрузки возвращается к первоначальной.

Эластин очень устойчив к действию химических реагентов, пищеварительных ферментов. Гидролизуетсифицином, папаином, эластазой - ферментным препаратом из поджелудочной железы. Эластин нерастворим в воде и в отличие от коллагена не набухает в ней. При варке не образует глютин и не поддается действию пепсина и трипсина, т.е. практически не усваивается организмом.

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

Муцины и мукоиды - сложные белки (глюкопротеиды) - имеются в соединительной ткани в небольшом количестве. В качестве простетической группы у этих белков встречаются сложные углеводы - мукополисахариды. Муцины и мукоиды входят в состав основного (межклеточного) вещества соединительной ткани и образуют комплексы для удерживания фибриллярных и клеточных элементов в определенном структурном взаиморасположении. Муцины и мукоиды извлекаются из тканей щелочными растворами, т. к. имеют кислый характер. Они дают характерные цветные реакции на белки, но не свертываются при нагревании. В соединительной ткани встречаются альбумины и глобулины, главным образом, в клетках.

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

Таким образом, с точки зрения классической концепции сбалансированного питания повышение массовой доли соединительной ткани в мясе и мясных изделиях снижает биологическую ценность белковой системы и играет роль отрицательного критерия качества мяса и мясных изделий. С появлением концепции адекватного питания роль белков соединительной ткани в формировании качества мяса пересмотрена. Научно доказано сходство физиологической роли непереваренных элементов соединительной ткани и балластных веществ, необходимых организму для нормального функционирования.

В ходе научных исследований установлено, что повышение удельного веса коллагена до 25-30 % от массы белков не приводит к ухудшению полноценности белковой системы мясного сырья, а при уровне 15-20 % улучшает ее качественные характеристики.

Благодаря способности коллагена к гидротермическому распаду, коллагенсодержащее сырье традиционно применяют для изготовления ливерных, застудневающих мясных продуктов (зельцев, студней), для производства желатина, клея, кормовой муки. Область применения коллагенсодержащего сырья для изготовления мясных продуктов постоянно расширяется благодаря использованию различных способов его предварительной технологической обработки и целенаправленной комбинации белкового сырья в рецептурах изделий. В итоге реализуется возможность получения мясных продуктов разных ассортиментных групп с высокой пищевой и биологической ценностью. Соединительнотканное сырье с высоким содержанием эластина используют для производства кормовой продукции

## **2.5 Практическое занятие № ПЗ-5      Внутренние органы (2 часа)**

Сердце, представляет собой почти конусообразный полый орган с хорошо развитыми мышечными стенками. Оно располагается в нижнем отделе переднего средостения на сухожильном центре диафрагмы, между правым и левым плевральными мешками, заключено в перикард и фиксировано крупными кровеносными сосудами.

Язык – мышечный орган, покрытый сверху, с боков и частично снизу слизистой оболочкой. В языке различают две части: переднюю, свободную, часть, или тело языка, и заднюю – корень языка

Глотка, является частью пищеварительной трубки, по которой пищевой комок из полости рта перемещается в пищевод. В то же время глотка является путем, по которому проходит воздух из полости носа в гортань и обратно. Глотка расположена впереди шейного отдела позвоночного столба, своей задней стенкой прилегает к предпозвоночной пластинке шейной фасции и простирается от основания черепа до VI шейного позвонка, где, суживаясь, переходит в пищевод

Пищевод, имеет вид трубки, соединяющей глотку с желудком. Место перехода глотки в пищевод у взрослого соответствует уровню VI шейного позвонка или нижнему краю перстневидного хряща, а место перехода в желудок проецируется на уровне XI грудного позвонка. У живого человека эти границы могут изменяться при запрокидывании головы, глубоком вдохе или опущении желудка.

Желудок располагается в верхней левой и в правой частях брюшной полости; длинная ось его идет слева сверху и сзади вправо вниз и вперед и находится почти во фронтальной плоскости. Форма и размеры желудка изменчивы и зависят от степени его наполнения, функционального состояния мускулатуры его стенок

Печень, – самая крупная из пищеварительных желез, занимает верхний отдел брюшной полости, располагаясь под диафрагмой, главным образом с правой стороны. По форме печень несколько напоминает шляпку большого гриба, имеет верхнюю выпуклую и нижнюю слегка вогнутую поверхности. Однако выпуклость лишена симметричности, так как наиболее выступающей и объемистой частью является не центральная, а правая задняя, которая спереди и влево клинообразно суживается.

Желчный пузырь представляет собой мешкообразный резервуар для вырабатываемой в печени желчи; он имеет удлинённую форму с широким и узким концами, причём ширина пузыря от дна к шейке уменьшается постепенно.

Легкое – парный орган, располагается в грудной полости. У детей легкие бледно-розового цвета, впоследствии становится аспидно-синим с полосами и пятнами. Ткань легкого в нормальном состоянии эластична и на разрезе мелкопористая.

Легкие покрыты плеврой. Она, как и брюшина, представляет собой гладкую блестящую серозную оболочку. Различают париетальную плевру и висцеральную между которыми образуется щель – плевральная полость, заполненная небольшим количеством плевральной жидкости.

Внутренние органы исследуют следующим образом: вначале визуально определяют цвет органа, его размеры (по краям), конфигурацию, наличие на поверхности патологоанатомических изменений, кровоизлияний и др. Затем орган прощупывают с целью установления уплотнений и размягченных участков. По окончании осмотра делают несквозные разрезы, обращая внимание на цвет и консистенцию паренхимы, наличие измененных участков, кровоизлияний, некроза, гнойных масс и т. д. При наличии на органе лимфатических узлов их вскрывают.

Селезенка. Осматривают снаружи, определяют размер, цвет, упругость. Затем разрезают вдоль, обращая внимание на внешний вид и консистенцию пульпы. Делают соскоб тыльной стороной ножа.

Сердце. Рассекают перикард и осматривают эпикард. Под эпикардом нередко можно обнаружить цистицерка. Разрезают сердце по большой кривизне, устанавливают состояние миокарда, эндокарда и наличие крови в полостях сердца. Определяют содержание и характер крови в полостях сердца, состояние эндокарда и клапанов. Делают несколько продольных разрезов и один поперечный несквозной разрез сердечной мышцы (на цистицеркоз).

Печень. Осматривают орган с поверхности. Разрезают и осматривают портальные лимфатические узлы. Делают 2...3 несквозных продольных разреза с висцеральной стороны для исследования желчных протоков на наличие гельминтов (фасциолез,

дикроцелиоз). Определяют консистенцию паренхимы и цвет на разрез. Осматривают диафрагмальную сторону, отпрепарируют остатки диафрагмы и делают надрез паренхимы с целью выявления патологических изменений (абсцессы, обызвествления, личинки гельминтов, актиномикомы и др.).

Легкие. Осмотр начинают с легких, определяя их величину, состояние краев, консистенцию, цвет, характер легочной плевры и возможные наложения на ней, прощупывают руками от нижних долей к верхним. Вскрывают лимфатические узлы. Для обнаружения левого бронхиального узла оттягивают вилкой дугу аорты и лезвие ножа направляют под углом  $45^\circ$  к трахее. Правый бронхиальный узел лежит на трахее. Эпартериальный узел находится у основания добавочной доли правого легкого. Средостенные узлы краниальные, медиальные и каудальный находятся между правым и левым легким среди жировой и соединительной ткани. Средостенные лимфатические узлы собирают лимфу с легочной плевры и сердца, в средостенный краниальный впадают лимфатические протоки из селезенки и портальных лимфатических узлов. Иногда на аорте остаются средостенные дорсальные лимфатические узлы. Обычно их находят под телами грудных позвонков. У крупного и мелкого рогатого скота имеются краниальные, медиальные и каудальные средостенные лимфоузлы. С дорсальной поверхности надрезают каждое легкое в местах крупных бронхов (для выявления гемоаспирации, заканыживания); определяют цвет и консистенцию паренхимы.

Почки. Извлекают из туши, снимают капсулу, осматривают с поверхности и прощупывают. Определяют размер, цвет, наличие патологических изменений. При необходимости разрезают продольно, исследуют состояние коркового и мозгового слоев.

Голова. Осматривают слизистые губ, носовые отверстия и язык, который должен быть выведен из межчелюстного пространства. Тыльной стороной ножа с поверхности языка очищают слизь и остатки кормовых масс, осматривают слизистую языка и его прощупывают. Одновременно осматривают слизистые десен и ротовой полости, а также кости черепа, нижней и верхней челюстей, миндалины, надгортанник, глотку и гортань. Губы и язык прощупывают. Оттягивают вилкой отрезок мышцы стерноцефаликус и делают разрезы вдоль ветвей нижней челюсти, вскрывая правый и левый нижнечелюстные лимфатические узлы. Разрезают наружные жевательные мышцы с одновременным вскрытием околоушных лимфатических узлов. Для исследования наружных жевательных мышц на цистицеркоз делают по два параллельных разреза с наружной стороны и по одному разрезу с внутренней. Затем рассекают нёбную занавеску, производят осмотр и в необходимых случаях разрезы тканей с правой и левой стороны у корня языка, осматривают миндалины, надгортанник и гортань. При этом обнажают

заглочные медиальные лимфатические узлы. В последнюю очередь исследуют заглочные латеральные лимфатические узлы, которые находятся по краям мышечков заглочной кости (иногда они остаются на шее).

## **2.6 Практическое занятие № ПЗ-6      Использование крови в производстве мясопродуктов (2 часа)**

Кровь представляет собой не прозрачную жидкость, разновидность соединительной ткани и обеспечивает в организме обмен веществ.

Кровь забойных животных составляет 6-12% их массы и может быть отнесено к важнейшим компонентам-обогапителям пищевого рациона животными белками.

Кровь состоит из межклеточной жидкости и взвешенных в ней клеток форменных элементов, среди которых различают эритроциты - красные кровяные тельца, лейкоциты - белые кровяные тельца и тромбоциты - кровяные пластинки.

Разделение крови на составляющие, в зависимости от потребностей и задач по дальнейшему использованию можно провести путем центрифугирования или сепарирования.

Жидкость, полученная в результате разделения, называется плазмой крови и имеет слабо-желтый цвет, а осадок, содержащий эритроциты, лейкоциты и тромбоциты, называется форменными элементами.

В зависимости от возраста и типа откорма, химический состав крови колеблется. Чем животное старше и упитаннее, тем меньше в крови воды и больше белка. Кровь содержит кроме белка необходимые организму биологически активные вещества, минеральные соли, витамины, сахара, жиры.

По содержанию белков кровь почти не отличается от мяса, однако, по сбалансированности незаменимых аминокислот уступает ему вследствие недостатка в гемоглобине, согласно шкале ФАО/ВОЗ, изолейцина и метионина.

Наличие в цельной крови железа в легкодоступной для физиологических потребностей организма форме, делает кров привлекательной для разработки продуктов целевого питания, для разного рода анемии. Основные физико-химические показатели крови стабильны.

Вязкость крови зависит от количества эритроцитов и концентрации белка в плазме.

Нативная кровь, вследствие наличия в ней хлорида натрия, имеет слегка соленый привкус. Осмотическое давление крови соответствует 0,9% раствору поваренной соли (физиологический раствор) и составляет около 7,07 - 8,08 - 105 Па. Реакция среды слабо щелочная, почти нейтральная и является величиной достаточно стабильной за счет

высокой буферной емкости крови. рН крови разных животных колеблется для КРС в пределах 7,4 - 7,52; МРС - 7,46 - 7,65; свиней 7,4 - 7,5; коней 7,3 - 7,5.

Данные показатели рН указывают на ограниченность использования крови в производстве продуктов длительного хранения без использования консервирующих веществ.

Порог тепловой коагуляции крови лежит в пределах 67°C для альбумина, для глобулина при 69-75°C, фибриногена при 56°C. Выпадение белков в осадок происходит последовательно и заканчивается при 80°C. Теплоемкость фибрина, получаемого при дефибринировании равна 0,88, удельная теплоемкость крови 0,9.

Переработка крови на пищевые цели и для производства медицинских препаратов возможна только после ветеринарного осмотра туши и внутренних органов животных. Отбор крови производится только от здоровых животных КРС и свиней. Кровь МРС, коней, от переработки птицы используется только в производстве кормов и технической продукции.

Для производства лекарственных препаратов используют цельную кровь, фракции форменных элементов, плазму крови, сыворотку. С фракций форменных элементов чаще вырабатывают сухой или жидкий гематоген. С плазмы - белковые кровезаменители и гидролизаты специального назначения. Выделенный из крови фибрин используется для производства гидролизатов, фибриновых пленок, в производстве микробиологических сред.

Использование цельной крови в производстве колбас ограничено, вследствие, нежелательного темного окрашивания продуктов. В условиях мясокомбинатов цельная кровь, пригодная на пищевые цели направляется на производство продуктов из крови (фаршированных, кровяные колбасы, мясные хлеба, зельцы). Технология использования цельной крови предполагает ее использование как в жидком виде (стабилизация поваренной солью), так и в коагулированном виде (не стабилизированная диспергированная кровь или вареная кровь). Выход кровяных колбас с использованием цельной крови не велик и составляет для продуктов с вареной кровью от 75 до 95% к вареному основному сырью, для продуктов с стабилизированной кровью 90 - 115%. Долевая часть цельной крови в основном сырье рецептур фаршированных колбас составляет 0-15%, кровяных колбас от 20 до 70 %, мясных хлебах 10-15%, зельцев до 15%, что представляется незначительным, так как эти группы продуктов занимают незначительный объем в групповом ассортименте мясной промышленности.

В рецептурах вареных колбас, сосисок и сарделек цельная кровь, благодаря специфике этого сырья практически не используется.

Более перспективным направлением использования крови видится использование крови, которая прошла технологическую обработку: плазму крови, осветленную кровь, сухую кровь, разные концентраты на базе крови, а так же в качестве подкрашивающего агента в функциональных смесях и текстурах на основе животных и растительных белков. Производство таких сырьевых фабрикатов позволяет расширить использование крови и более широко применять ее в производстве вареных колбас, сосисок, сарделек, мясных хлебов, полукопченых колбас, и даже в производстве копченых мясопродуктов, консервов и мясных полуфабрикатов.

Однако при использовании продуктов крови необходимо учитывать тип технологического воздействия и нежелательные технологические эффекты, ведущие к ухудшению функциональных и пищевых характеристик продуктов с использованием крови. Так белки осветленной крови, в результате процесса технологической обработки при осветлении, становятся лимитированными по шкале ФАО/ВОЗ кроме изолейцина, еще по триптофану и метионину, что необходимо учитывать при переработке мясопродуктов с использованием этого сырья.

Наличие в крови хорошо растворимых белков делает ее пригодной для производства черного и светлого технического альбумина. Чёрный альбумин используется для производства фанерного клея, светлый - в полиграфической и текстильной промышленности.

Плазму и сыворотку используют непосредственно в колбасном производстве и для производства светлого пищевого альбумина.

Для производства светлого альбумина, не используется кровь, в которой произошел процесс гемолиза (выход гемоглобина в плазму, что приводит к красному окрашиванию плазмы). В случае осветления сухой крови частичный или полный гемолиз может наоборот улучшать процесс осветления, вследствие, большей доступности гемоглобина действию химически восстанавливающих веществ. Осветленная сухая кровь это продукт полученная из пищевой крови, путем осветления химическими веществами.

Основными показателями качества альбумина есть содержание в нем белка, растворимого в воде (в высшем сорте не менее 85% от общего количества белка). В готовом продукте ограничивается содержание влаги, для обеспечения его микробиологической стойкости. В пищевом альбумине не допускается содержание патогенной микрофлоры, а количество не патогенной ограничено. В светлых альбуминах лимитируют также содержание минеральных веществ. Цвет светлого альбумина высшего сорта светло-желтый, или светлый, для первого сорта разрешается розовый оттенок.



Осветление цельной крови позволяет увеличить объем использования крови в качестве пищевого белка животного происхождения.

## **2.7 Практическое занятие № ПЗ-7      Источники микроорганизмов в мясном производстве (2 часов)**

Обычно глубокие слои мышечной ткани туш от здоровых и отдохнувших животных свободны от микрофлоры. С поверхности же мяса микроорганизмы выделяются постоянно. Нередко их можно обнаружить во внутренних органах, например в печени, в легких, а также в лимфатических узлах.

Состав микрофлоры продуктов убоя животных и птицы разнообразен и представлен непатогенными (сапрофитные), условно-патогенными и патогенными микроорганизмами. Заселение тканей и органов животных и птицы микрофлорой может происходить как при их жизни (эндогенное заражение), так и при убое, и разделке туш, а также при хранении и переработке мяса (экзогенное загрязнение).

### **1.2. Прижизненное заражение мяса микробами**

Прижизненное обсеменение микроорганизмами может наблюдаться у животных больных инфекционными болезнями. Патогенные микроорганизмы можно обнаружить в тех или иных тканях, а также в органах. Например, возбудитель туберкулеза локализуется в одном или нескольких органах, возбудитель листериоза - в головном мозге и в печени, возбудитель лептоспироза – в почках, печени. При септических заболеваниях (сибирская язва, рожа свиней, пастереллез и др.) обнаруживаются во всех органах.

Прижизненное обсеменение туш микробами может произойти вследствие понижения защитных приспособлений организма животных под влиянием переутомления, переохлаждения, голодания и других причин, т.е. при отклонении от обычных физиологических норм.

При нормальном состоянии защитных сил животных стенка кишечника представляет собой почти непреодолимое препятствие для микроорганизмов. В результате снижения сопротивляемости организма создаются благоприятные условия для проникновения микроорганизмов из кишечника через лимфатические и кровеносные сосуды в органы и ткани, в том числе в мышцы. При этом могут проникать не только сапрофиты – постоянные обитатели кишечного тракта животных, но и некоторые патогенные бактерии, например сальмонеллы, носителями которых нередко являются сельскохозяйственные животные.

Прижизненное обсеменение органов и тканей животного зависит от степени утомления животного и длительности отдыха перед убоем и ряда других причин.

Результат бактериологических исследований показывают, что органы и ткани утомленных животных в большей степени обсеменены аэробами и в меньшей степени анаэробами. Во время отдыха у животных восстанавливаются нормальные физиологические функции, и степень бактериальной обсемененности определенных тканей значительно снижается или полностью подавляется.

Мясо и органы крупного рогатого скота, убитого тотчас же после доставки по железной дороге на мясокомбинат, содержит в 4 раза больше бактерий, чем мясо и органы отдохнувших перед убоем животных. Практикой установлено, что длительность предубойного отдыха животных должна быть не менее 3 дней. За это время органы и мышцы освобождаются в значительной степени от микроорганизмов.

На обсемененность мяса влияют и условия перевозки убойных животных. При транспортировке в летнее время в душных, нагретых вагонах животные больше утомляются, чем в зимнее. Проникновение микроорганизмов из кишечника в ткани и органы у более утомленного животного увеличивается.

Содержание животных перед убоем в открытом помещении, не защищенном от солнца, ведет к значительному обсеменению микробами кровью, костного мозга и мышц. Если же животных перед убоем содержат в крытых помещениях, на чистой подстилке, то у значительной части туш микробы обнаруживаются только в печени (34,1%).

В мясе, полученном от животных, перегретых на солнце или переохлажденных до убоя, органолептические признаки порчи появляются на 1,5- 2 суток раньше, чем в мясе от животных, находившихся в нормальных условиях.

Следует помнить, что возбудители инфекционных заболеваний во время предубойного отдыха животных не погибают.

На прижизненное обсеменение туш убойных животных влияют сроки кормления и продолжительность голодной выдержки перед убоем. При бактериологическом исследовании туш животных, убитых через 4-6 ч после кормления, у половины животных микробы обнаружены в крови, мышцах, костном мозге, а в печени, селезенке и почках - у всех исследуемых туш. В пробах от туш животных, убитых после 24-часовой голодной выдержки, микробы почти во всех случаях в крови и мышцах не были обнаружены. В 25% туш из печени были выделены микробы.

Установлено, что минимальная обсемененность мясных туш наблюдается у животных, кормление которых прекращается за сутки до убоя. При 48-часовой голодной выдержке обсеменение мясных туш постепенно возрастает и после 7 суток голодной выдержки обсемененность мышц и внутренних органов кишечной палочкой достигает 100%.

Наблюдения показывают, что от режима кормления животных зависит способность мяса связывать воду: чем больше воды будет находиться в мясе в связанном состоянии, тем меньше останется свободной воды для микробов и их развитие замедлится. Стойкость мяса при этом при хранении повысится. Чем полноценнее корма, тем больше воды в связанном состоянии будет содержаться в мясе, полученным от этих животных, и оно будет более устойчиво к гнилостному разложению по сравнению с мясом животных, которым скармливали значительное количество объемистых сочных кормов.

Обсеменение микроорганизмами органов и тканей происходит также при травмах животных. В продуктах убоя животных с прижизненными механическими травмами степень обсеменения микроорганизмами лимфоузлов, внутренних органов и мышц значительно больше, чем животных, не имеющих травм.

В мышечной ткани, расположенной в нескольких сантиметрах от места травмы, содержится почти в 2 раза меньше гликогена, чем в мышечной ткани неповрежденной туши. Вследствие нарушения процесса гликолиза в таких мышцах более интенсивно размножаются микроорганизмы.

При микробиологическом исследовании туш крупного рогатого скота, убитого с прижизненными механическими травмами, в поврежденных участках и в участках мышц, прилегающих к зоне повреждения на расстоянии до 10 см, выявляют бактерий группы кишечных палочек, стафилококков, *Proteus vulgaris*, диплококков и других микроорганизмов. Общая микробная обсемененность мышечной ткани с кровоизлияниями, гематомами, разможенными мышечными волокнами значительно больше, чем неповрежденных, симметрично расположенных мышц.

Посмертное эндогенное обсеменение органов и тканей начинается сразу после обескровливания, т.е. клинической смерти животных, так как в этом случае стенка кишечника становится легко проницаемой для микробов содержащихся в кишечном тракте, и они проникают в окружающие ткани. Так, при удалении желудочно-кишечного тракта через 10-15 минут после обескровливания в 1 г мезентериальных лимфатических узлов здоровых свиней содержится в среднем 20 тыс. бактерий, а через 1 ч и более количество микроорганизмов составляет уже свыше 300 тыс. в 1 г.

Следовательно, для предотвращения обсеменения мяса и внутренних органов микроорганизмами необходимо как можно быстрее удалять кишечник из брюшной полости. При извлечении внутренних органов спустя 2 ч и более с момента обескровливания животных в ткани проникает большое количество микроорганизмов, в том числе патогенных и условно-патогенных бактерий. Поэтому в соответствии с

действующими правилами ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясопродуктов такие мясные туши подлежат обязательному микробиологическому исследованию.

Существует определенная зависимость между предубойным физиологическим состоянием организма животных, содержанием в их мышечной ткани гликогена и посмертным накоплением молочной кислоты (снижением pH) в процессе созревания мяса. На обсемененность туш микробами особенно влияет pH мяса. Изменение pH мяса при хранении оказывает решающее влияние на развитие в нем микрофлоры. Тотчас после убоя животного pH в мясе равен 6,8. Через 2-3 дня после убоя pH достигает 5,4- 5,6. Наиболее низкие величины pH наблюдаются в мышцах убойных животных через 16-20 ч после убоя и долго не изменяются при последующем хранении на холоде (табл. 2).

Количество молочной кислоты в мясе достигает максимума (0,7-0,8 %) к 24 ч после убоя. Количество молочной кислоты зависит от наличия в мышцах убойных животных в момент убоя гликогена, а последнее - от физиологического состояния и качества кормления.

У отдохнувших, хорошо упитанных, невозбужденных животных количество гликогена выше, чем у утомленных, что способствует посмертному накоплению в мышцах молочной кислоты и снижению pH. Кислая среда тормозит или подавляет жизнедеятельность гнилостных микробов. Мясо становится более устойчивым к воздействию гнилостных микробов.

По данным Горобца, количество гликогена после убоя крупного рогатого скота зависит от его упитанности. Чем упитаннее животное, тем больше гликогена, и следовательно, тем больше образуется молочной кислоты в мясе, полученном от этих животных. В мясе истощенных животных меньше гликогена и меньше образуется молочной кислоты. Молочная кислота является неблагоприятной средой для развития гнилостных микробов, поэтому мясо, в котором больше молочной кислоты, является более устойчивым во время хранения.

Количество гликогена в мясе зависит от возраста животного. В мясе молодняка при одинаковой упитанности больше гликогена, чем в мясе, полученном от взрослого животного. Чем меньше в мясе молочной кислоты, тем быстрее оно портится.

Таким образом, сроки кормления перед убоем, характер кормления влияют на химический состав мяса, на наличие в нем свободной и связанной воды, на активность воды.

Следовательно, одним из важнейших факторов, обеспечивающих устойчивость мяса по отношению к гнилостной микрофлоре, является полноценное кормление

животных в хозяйстве, надлежащий уход, правильно организованная предубойная выдержка и содержание их перед убоем.

### 1.3. Послеубойное обсеменение мяса микробами

Микробы попадают на мясо во время убоя животных, при переработке и хранении из различных источников. Это может быть микрофлора помещений цеха, оборудования, кожного покрова животного, брызг, сан - и спецодежды рабочих, почвы и т.д. Наряду с сапрофитами на мясо могут попасть и патогенные микробы.

Микробы могут проникать в мясо в момент убоя, в частности при перерезке шейных кровеносных сосудов. При обескровливании в течении нескольких минут сердце животных продолжает работать и вытекающая из перерезанных шейных артерий кровь частично засасывается вновь через вены, находящиеся под отрицательным давлением, при этом в кровяное русло могут попадать и разноситься по всем тканям микроорганизмы с инструментов, с загрязненной шкуры, а при несоблюдении правил перевязки пищевода – из содержимого желудка. Кроме того, установлено, что микрофлора в пробах, взятых с ножа бойца, и в пробах мяса, взятых для исследования, оказалась по составу одинаковой.

В процессе выполнения технологических операций разделки мясных туш экзогенное обсеменение мяса микроорганизмами происходит в основном при съемке шкур, извлечении внутренних органов и зачистке.

Во время съемки шкур возможно значительное экзогенное обсеменение микроорганизмами поверхности мясных туш. Эта операция существенно влияет на санитарное состояние вырабатываемого мяса.

В 1 г (или на 1 см<sup>2</sup>) волосяного покрова крупного рогатого скота содержится до 700 млн., а в отдельных случаях даже миллиарды микроорганизмов<sup>1</sup>. Значительное количество микробов также содержится на кожном покрове свиней. Так, на 1 см<sup>2</sup> поверхности кожи свиней обнаруживали в области спины 58 млн. микроорганизмов, а в области живота – до 44 млн. С поверхности кожного покрова свиней были выделены сальмонеллы (в 26% случаях), E. Coli (60%), различные кокковые бактерии (58%), бактерии рода Proteus (55%), споровые гнилостные бактерии (100%). Наибольшая степень микробного загрязнения кожного покрова животных отмечается осенью и весной.

С поверхности в мясо микробы проникают медленно. Мясо на поверхности может быть подвергнуто гнилостному разложению, а на глубине 1-2 см может не содержать микробов. Микробы проникают в мясо вдоль соединительнотканых перепонок, вокруг костей, а также по кровеносным сосудам. Проникновение бактерий в мясо свидетельствует о его порче. При бактериоскопическом исследовании мяса по количеству и характеру обнаруживаемых в мазках микробов можно судить о степени его порчи.

Скорость проникновения микробов в мясо зависит от внешних условий среды: влажности, температуры, наличия и целостности корочки подсыхания. Сальмонеллы при комнатной температуре проникают через 24 ч на 14 см, сапрофиты при этих же условиях – лишь на 4-5 см. Проникновение микробов в мясо замедляется при низкой температуре: при 2-4°C в течение месяца бактерии в охлажденное мясо проникают на 1 см.

Во время съемки шкур значительное загрязнение обнажаемой поверхности мясных туш микроорганизмами происходит вследствие попадания на нее пыли и грязи, стряхиваемой со шкур в момент их отрыва.

Процесс съемки шкур должен быть под постоянным наблюдением и контролем специалистов. В таком контроле нуждаются и такие технологические операции, как нутровка и туалет туш.

При несоблюдении санитарных условий во время съемки шкуры и разделки туши она может быть загрязнена на значительной части поверхности сапрофитами и патогенными микробами.

При этом степень микробного обсеменения поверхности туш во многом зависит от способа съемки. В настоящее время на предприятиях мясной промышленности используют несколько установок для механической съемки шкур с туш крупного рогатого скота. Механическая съемка шкур крупного рогатого скота на подвесных путях способствует улучшению санитарного состояния мясных туш. Однако не все установки для механической съемки шкур в одинаковой степени отвечают санитарным требованиям. Установки для съемки шкур с туш свиней с санитарной точки зрения также не равноценны. Установка непрерывного действия наиболее отвечает санитарным требованиям, так как при съемке поверхность туш меньше обсеменяется микроорганизмами, чем на установке периодического действия.

Обсеменение поверхности мясных туш микроорганизмами при съемке шкур происходит также с рук рабочих и используемых ими инструментов. На поверхности инструментов и рук рабочих содержится значительное количество микроорганизмов. Так, на 1 см<sup>2</sup> поверхности рук рабочих осуществляющих съемку шкур, м количество микроорганизмов может достигать 20 млн.; на поверхности ножей – от 6 тыс. до 580 млн. на 1 см<sup>2</sup> (в зависимости от санитарного состояния производства). Причем с поверхности инструментов в некоторых случаях выделяют патогенных бактерий, в частности *S.dublin*, *S.london*, *S.budapest*, *S.typhimorium* и др.

Для уменьшения микробного загрязнения рук и инструментов необходимо проводить их систематическую санитарную обработку при съемке шкур.

В процессе разделки источником загрязнения поверхности мясных туш микроорганизмами может служить воздух цеха убоя скота и разделки туш мясокомбинатов. Исследования санитарно-гигиенического состояния воздуха этих цехов показали, что по сравнению с другими участками цеха наибольшее содержание микроорганизмов наблюдается возле устройства съемки шкур, а также около бокса на месте подвешивания оглушенных животных на конвейер и на линии обескровливания. Так, вблизи от установки для механической съемки шкур с туш крупного рогатого скота содержится во много раз большее количество микроорганизмов, чем в более отдаленных участках цеха.

Изучение группового состава микроорганизмов, выделенных из воздуха помещений, показало, что микрофлора воздуха в убойно-разделочных цехах представлена, как правило, различными спорowymi аэробными и анаэробными гнилостными бактериями, грамотрицательными неспоровыми палочками (*E.Coli*, *Proteus vulgaris*, бактерии рода *Pseudomonas* и др.), плесневыми грибами различных родов (*Penicilium*, *Aspergillus*, *Mucogidp*), актиномицетами, дрожжами, различными видами кокковых бактерий, т.е. микроорганизмами, которые постоянно присутствуют на кожном покрове животных.

Все это говорит о том, что кожный покров животных является источником значительного микробного загрязнения воздушной среды убойно-разделочных цехов мясокомбинатов.

При извлечении внутренних органов из брюшной и грудной полостей (нутровка) происходит дополнительное микробное обсеменение поверхности мясных туш через загрязненные руки, одежду и инструменты рабочих. Так, при разделке туш свиней со съемкой шкур количество микроорганизмов на 1 см<sup>2</sup> поверхности туши после нутровки увеличивается почти в три раза. В случае нарушения технологических инструкций при выполнении этой операции (неправильная заделка проходника, нарушение целостности желудочно-кишечного тракта и др.) возможно очень массивное обсеменение микроорганизмами поверхности мясных туш в результате ее загрязнения содержимым преджелудков и кишечника, богатых различными микроорганизмами. В этих случаях количество микроорганизмов возрастает и может достигать более миллиона микробных клеток на 1 см<sup>2</sup> поверхности туш.

Обсеменение глубоких слоев мяса имеет место, если во время извлечения внутренних органов из брюшной и грудной полостей туш животных будут сделаны проколы ножом мышечных частей туш. При хранении таких туш на месте введения

инструмента отмечается интенсивное размножение микроорганизмов, и указанные туши быстрее подвергаются порче.

После извлечения внутренних органов для придания туши требуемого товарного вида и надлежащего санитарного состояния проводят ее зачистку: сухую (без применения воды) или мокрую (влажную).

При сухом туалете попавшая на тушу микрофлора фиксируется на фасциях, на обнаженных мышечных тканях. Подсыхают фасции и выступающая серозная жидкость после снятия шкуры. Поверхностные слои мышечной ткани обезвоживаются и уплотняются, что способствует образованию хорошо выраженной корочки подсыхания. Происходит фиксация микробов на длительный период и обездвиживание их на поверхности. В пленках подсохших коллоидов создаются неблагоприятные условия для развития и размножения микробов. При отсутствии корочки подсыхания на поверхности туши микробы могут интенсивно развиваться.

Мокрая зачистка заключается в обмывании туш струей теплой воды или фонтанирующими щетками. При мокрой зачистке значительная часть загрязнений удаляется. Но слабый напор и невысокая температура воды (не выше 50°C) не столько способствует удалению микроорганизмов, сколько приводят к их перераспределению с загрязненных на незагрязненные участки поверхности туш. В результате мойки туш, особенно при использовании травяных или капроновых щеток, рыхлая подкожная клетчатка еще более разрыхляется, и в нее проникают микроорганизмы. Кроме того, при мойке происходит значительное увлажнение поверхности туш. Вследствие этого замедляется образование корочки подсыхания, что способствует проникновению микроорганизмов в ткань.

Вода, применяемая для мойки туш в процессе разделки, может служить причиной дополнительного микробного обсеменения поверхности мясных туш. Поэтому на мясоперерабатывающих предприятиях следует использовать воду, соответствующую санитарным требованиям, предъявляемой к питьевой воде.

Таким образом, мокрая зачистка имеет ряд недостатков и может отрицательно влиять на санитарное состояние вырабатываемого мяса. В настоящее время, учитывая уровень используемой техники, а также санитарно-гигиеническое состояние кожного покрова животных, поступающих на убой, нельзя полностью отказаться от мокрой зачистки. После зачистки на тушах обнаруживаются следующие микробы: кишечная палочка, палочка протей, фекальная палочка, спорообразующие почвенные микроорганизмы группы субтилис-мезентеикус палочка спорогенес, палочка путрификус,- различные кокковые бактерии, споры плесеней и др.



Однако необходимо строго соблюдать технологические инструкции первичной переработки животных, которым предусмотрена мойка только загрязненных участков туши. При незначительном загрязнении туш следует ограничиться сухой зачисткой.

## **2.8 Практическое занятие № ПЗ-8      Физико-химические и структурно-механические свойства мяса и мясных продуктов (2 часа)**

В технологических процессах продукты подвергаются внешним воздействиям, интенсивность которых зависит от сопротивляемости сырья, т. е. его физических характеристик. Величины сопротивляемости особенно важны при проведении процессов с использованием высококонцентрированных источников энергии (инфракрасный и высокочастотный нагревы, высокоскоростная механическая обработка, ультразвук, обработка давлением и др.).

Характеристика продукта складывается из комплекса физических свойств. Отдельные свойства, например электропроводность, не отражают поведения материала даже в простейшем процессе электроконтактного нагрева. Поэтому для эффективного решения технологических задач необходимо знание динамики изменения структурно-механических, биохимических и других свойств продукта.

Всестороннее изучение свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, т. е. одновременное исследование структурно-механических, физико-химических, электрофизических, биохимических, микробиологических, гистологических и других характеристик, необходимо при обязательной оценке пищевой ценности. Только путем сопоставления и совместного рассмотрения полученных данных можно получить ответ на вопрос о возможности применения на практике новых способов обработки животного сырья, имеющего столь сложный состав и пищевое назначение.

Комплексное исследование свойств мясопродуктов необходимо при обосновании новых физических способов обработки, позволяющих интенсифицировать, а в некоторых случаях и механизировать пассивные технологические процессы.

**Физические свойства.** Мясо и мясопродукты в связи со сложностью микроструктуры имеют большую оптическую плотность. Поглощение и рассеивание излучения определяются в основном четырьмя процессами: резонансным поглощением излучения молекулами сухого вещества, а также молекулами структурной и связанной влаги; рассеиванием излучения, обусловленным флуктуациями плотности вещества, а также рассеиванием излучения на молекулах белков, полисахаридов, ионах, на взвешенных коллоидных частицах, клетках, частицах пигментов на оптических неоднородностях — капиллярах и порах.

Теплофизические свойства. Аналитическая теория теплопроводности представляет собой теорию распространения теплоты в различных неравномерно нагретых телах, которые рассматриваются как сплошные среды, непрерывно заполняющие пространство, без учета молекулярного строения и молекулярных свойств вещества.

В соответствии с этим тела характеризуются так называемыми макросвойствами. К ним относятся коэффициенты теплопроводности и температуропроводности, удельная теплоемкость, объемная масса, вязкость вещества, коэффициенты диффузии и т.д.

Коэффициент температуропроводности  $a$  является основным тепловым параметром при неустановившемся во времени режиме. В этом случае наряду с коэффициентом теплопроводности  $\lambda$  на распределение температуры в теле существенное влияние оказывают удельная теплоемкость  $c$  и плотность  $\rho$ , связанные между собой соотношением, которое показывает, что коэффициент температуропроводности характеризует соотношение между двумя тепловыми свойствами тела: способностью проводить и аккумулировать теплоту.

Теплофизические свойства различных тел зависят от их химического состава, микроструктуры, пористости, влажности, предварительной термообработки, температуры и т. д.

Зависимость тепловых свойств веществ от большого количества взаимно связанных факторов делает эксперимент практически единственным источником получения данных для определения этих свойств. Одновременно с этим эксперимент является источником дополнительной информации о поведении веществ, что позволяет углубить существующие физические представления о механизмах переноса теплоты, поскольку они относятся обычно не к реальным телам, а к их идеализированным моделям. Модельные представления о веществе дают возможность построить соответствующие расчетные методы для определения некоторых тепловых свойств.



Функционально-технологические свойства. Мясное сырье многокомпонентно, вариабельно по составу и свойствам, что значительно сказывается на качестве готовой продукции. В связи с этим особенно важное значение приобретает информация о функционально-технологических свойствах различных видов основного сырья и его компонентах, влиянии вспомогательных материалов и внешних факторов на характер их изменения.

Под функционально-технологическими свойствами (ФТС) мясного сырья понимают совокупность показателей, характеризующих уровни эмульгирующей, водосвязывающей, жиро-, водо-поглощающей и гелеобразующей способностей, структурно-механические свойства (липкость, вязкость, пластичность и т. д.), сенсорные характеристики (цвет, вкус, запах), величину выхода и потерь при термообработке различных видов сырья и мясных систем. Перечисленные показатели имеют приоритетное значение при определении степени приемлемости мяса для производства пищевых продуктов.

Под функциональными свойствами изолированных белков принято понимать широкий комплекс физико-химических характеристик, определяющих их поведение при переработке и хранении, обеспечивающих желаемую структуру, технологические и потребительские свойства готовых продуктов.

Физическая структура и свойства не подвергнутого термической обработке мясного фарша близки к классическим эмульсиям.

Структурно-механические свойства. Структурно-механические (реологические) свойства характеризуют поведение мяса и мясопродуктов в условиях напряженного состояния, основными показателями которого при приложении силы являются напряжение, величина и скорость деформации. В зависимости от характера приложения усилий свойства делятся на сдвиговые (касательные напряжения), компрессионные (нормальные напряжения растяжения —• сжатия) и поверхностные на границе раздела с другим материалом (нормальные и касательные).

## **2.9 Практическое занятие № ПЗ-9 Изменения в мясе под действием физических и химических факторов (4 часов)**

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

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

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

Видовые различия мяса проявляются в окраске, консистенции, запахе и вкусе. Из промышленно значимых видов мяса наиболее интенсивно окрашена говядина. Содержание миоглобина в говядине составляет 0,25-0,37 % к массе мышечной ткани, для свинины - 0,08-0,23 %. Для свинины характерна более нежная консистенция. В ней меньше, чем у говядины соединительной ткани, и она менее грубая, легче разваривается. Свинина имеет повышенное содержание жира, который содержит больше полиненасыщенных жирных кислот и лучше усваивается, чем говяжий и бараний. Благодаря этому промышленное значение свинины определяется содержанием как мышечной, так и жировой ткани. Технологическое значение говядины заключается в наличии водо- и солерастворимых белков.

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

Особенности количественного соотношения мягких тканей говядины, свинины, баранины определяют некоторые различия в аминокислотном составе мяса. Существенной разницы в перевариваемости белков разных видов мяса не установлено. Коэффициент усвояемости организмом человека мяса говядины в среднем составляет 82-83 %. Мясо птицы содержит меньше соединительной ткани, чем мясо животных. Его биологическая ценность выше, оно легче переваривается, чем мясо животных. В жире птицы больше полиненасыщенных жирных кислот, чем в жире животных.

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

Влияние возраста. С возрастом изменяется морфологический и химический состав мяса, его физико-химические и органолептические свойства. В процессе роста животных и птицы в мясе повышается содержание жира и уменьшается количество влаги. Нарастает жесткость мяса вследствие утолщения мышечных волокон, увеличения доли эластиновых волокон в соединительной ткани и упрочнения коллагеновых волокон, что снижает степень гидротермического распада коллагена. По этой причине мясо молодых животных отличается более нежной консистенцией после тепловой обработки. Мясо молодых животных отличается также более светлой окраской. У свиней максимальные качественные характеристики формируются в основном к 8-ми месяцам, у КРС - в возрасте от 12 до 18 месяцев. Для обеспечения относительной идентичности в

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

Влияние породы. Животные различных пород имеют различия по живой массе, выходу и качеству мяса. Мясные породы КРС имеют хорошо развитые мускульную и жировую ткани, такое мясо более сочное, нежное, вкусное. Для мяса, полученного от молочных и мясомолочных пород, характерны повышенное содержание соединительной ткани и кости, меньшее содержание внутримышечного жира, худшие органолептические показатели. У животных мясных пород мышечная ткань развивается преимущественно в частях туши, дающих наиболее ценное мясо, - в области спины, поясницы, в тазобедренной части.

Влияние пола. Пол животных влияет на качество и количество получаемого мяса. Половые различия в мясе молодых животных почти не влияют на качество мяса, но они заметно проявляются у взрослых и старых животных. Мясо самок более жирное, нежное, светлое. Мясо кастрированных животных имеет рисунок «мраморности». Мясо некастрированных самцов отличается специфическим неприятным запахом. По этой причине мясо быков, хряков в реализацию не допускают, а используют для промышленной переработки. В колбасном производстве особое значение придается мясу быков, содержащему больше мышечной ткани, чем мясо волов и коров, и отличающемуся темно-красным цветом.

Влияние упитанности. При прочих равных условиях упитанность животных оказывает решающее влияние на выход, тканевый и химический состав мяса. Упитанность животных определяют степенью развития мышечной и жировой тканей и их соотношением. С повышением упитанности животных и птицы увеличивается содержание в туше мякотной части и наиболее ценных мышечной и жировой тканей. При этом в общем количестве белков мяса падает доля коллагена и эластина и повышается содержание полноценных белков. Упитанность влияет также на содержание в мясе многих других веществ. Например, содержание гликогена в мясе КРС средней упитанности составляет около 460 мг %, а в мясе тощих животных - лишь около 190 мг%. В зависимости от упитанности говядину, баранину, свинину делят на категории. Следует отметить, что упитанность животных напрямую зависит от условий их содержания и рациона кормления.

Влияние анатомического происхождения. Для розничной торговли и промышленной переработки говяжьей, свиной полутуши, бараньи туши и тушки птицы разделяют на части. Различные части одной и той же туши различаются по

количественному соотношению тканей, так как при жизни животного эти части несут разную нагрузку. Чем выше нагрузка, тем больше в мясе соединительной ткани, тем толще и прочнее мышечные и коллагеновые волокна, и следовательно, жестче мясо. Мышцы шейной, грудной, брюшной частей туши и конечности относятся к усиленно работающим мышцам, и поэтому содержат больше соединительной ткани, чем мышцы задних и верхних частей туши. Лучшие сорта мяса расположены в спинной части животного; чем ближе к голове и ниже от спины, тем хуже сорт мяса. Прочностные свойства тех или иных мускулов связаны со строением и содержанием в них соединительной ткани, с диаметром мышечных волокон. Например, в поясничном мускуле соединительная ткань представлена тонкими коллагеновыми волокнами, расположенными между мышечными пучками в виде параллельных нитей. Эластиновых волокон мало. В результате эта мышца отличается высокой нежностью. Соединительная ткань наружного грудного мускула имеет ромбовидное плетение и образует сильно развитый перимизий, коллагеновые волокна значительной толщины и сложного переплетения, много эластиновых волокон. Все эти факторы в совокупности определяют повышенную жесткость данного мускула. Чем выше диаметр мышечных волокон, тем выше жесткость мяса, так как сарколемма более толстых волокон сильнее развита и более прочна. С44 увеличением диаметра волокна на 10 % сопротивление резанию возрастает на 20-30 %. Различия частей туши животного в анатомическом плане определяют разницу в их тканевом и химическом составе, а значит и в пищевой ценности, что диктует целесообразность комбинированного использования мясных полутуш при их переработке и реализации.

#### **2.10 Практическое занятие № ПЗ-10 Биохимические изменения в мясе и мясопродуктах в ходе микробиологических процессов (4 часов)**

Мясо, получаемое после убоя и первичной обработки туш животных, не является стерильным и характеризуется так называемой первоначальной обсемененностью, уровень которой зависит от многих факторов.

Вследствие высокого содержания влаги и белков мясное сырье служит благоприятной средой для развития гнилостной микрофлоры, вызывающей порчу мяса. Механизм гнилостной порчи мяса заключается в следующем.

Белки, являющиеся высокомолекулярными соединениями, не способны диффундировать через клеточные оболочки микроорганизмов. Для преобразования их в пригодные для всасывания и усвоения соединения гнилостные микроорганизмы выделяют

в субстрат протеолитические ферменты, катализирующие гидролиз белков, полипептидов и дальнейшие превращения свободных аминокислот.

Таким образом, гниение следует рассматривать как процесс разложения белковых веществ мяса под действием ферментов гнилостных микроорганизмов. При гнилостном распаде белков образуются разнообразные продукты гниения.

В процессе гниения участвует большое число различных микроорганизмов; общий биохимический характер этих процессов довольно постоянен; детали изменяются в зависимости от вида микрофлоры, внешних условий, состава и свойств белков. Гниение может происходить при доступе (аэробное гниение) и в отсутствии кислорода (анаэробное гниение). Обычно гнилостное разложение мяса начинается с поверхности под действием аэробов и факультативных аэробов. Наиболее распространенными гнилостными микробами являются *Bact. proteus*, *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus*, *Bac. Pseudomonas* и некоторые виды анаэробов: *Bac. sporogenes*, *Bac. putrificus* и др.

В ходе микробиальных превращений белков в мясе накапливаются вещества самой разной химической природы. На начальной стадии гнилостного разложения происходит гидролиз пептидных цепей белковых молекул с образованием полипептидов разной молекулярной массы и некоторого количества свободных аминокислот.

Таким образом, первичными продуктами распада белков являются полипептиды, которые с водой образуют слизь. Полипептиды в основном растворимы в горячей воде и при варке испорченного мяса переходят в бульон, который становится мутным. Эти свойства бульона используют для суждения о свежести мяса. Образование слизи на поверхности мяса является характерным признаком развития аэробной гнилостной порчи.

Ослизнение – это один из наиболее часто встречающихся видов порчи охлажденного мяса при хранении и транспортировке. Оно обнаруживается, когда на один см<sup>2</sup> поверхности насчитывается около 10<sup>7,5</sup> микроорганизмов.

При низких плюсовых температурах срок появления ослизнения зависит от первоначальной микробиальной обсемененности мяса и относительной влажности воздуха. Сначала образуются отдельные колонии, потом они сливаются в сплошной мажущийся слизистый налет мутно-серого цвета.

Мясо, пораженное ослизнением, теряет товарный вид, вкус, аромат, становится влажным и липким на ощупь. Мясо при ослизнении промывают, определяют степень свежести и используют для промышленной переработки (если нет отклонений по показателям свежести).

При хранении мяса с признаками ослизнения происходит его дальнейшая порча - гниение. По мере развития гнилостных процессов растет количество свободных

аминокислот и начинаются процессы их превращения с образованием вторичных и конечных (неорганических) продуктов гниения. Распад аминокислот в зависимости от характера микрофлоры и конкретных условий внешней среды происходит путем гидролитического, окислительно-восстановительного дезаминирования и декарбоксилирования.

В ходе дезаминирования аминокислот образуются аммиак, жирные кислоты (уксусная, масляная, муравьиная, пропионовая), оксикислоты, альдегиды, спирты. Их образование влияет на формирование неприятного запаха.

В результате декарбоксилирования образуется углекислый газ и амины, некоторые из которых ядовиты. Катализируемое ферментами гнилостной микрофлоры дезаминирование и декарбоксилирование тирозина и триптофана приводит к образованию, помимо аммиака и углекислого газа, крезол, фенола, 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 холемиоглобин придает мясу зеленую окраску. Приобретение мясом зеленой или желтой окраски может быть результатом окисления миоглобина пероксидом водорода, продуцируемого некоторыми микроорганизмами. Кроме того, причиной изменения окраски могут служить пигменты различного цвета, выделяемые некоторыми микроорганизмами. Наряду с изменениями мышечных белков развитие микробиологических процессов приводит к изменению компонентов соединительной ткани.

Под действием коллагеназы и гиалуронидазы, выделяемых некоторыми микроорганизмами, происходит гидролиз коллагена и распад мукополисахаридов, что отражается на микроструктуре мяса, его консистенции. Некоторые микроорганизмы (например, *Pseudomonas*) имеют ферментные системы, вызывающие гидролитические и окислительные изменения липидов, в результате которых в мясе накапливаются свободные жирные кислоты, органические перекиси, а на более поздних стадиях - альдегиды, кетоны, оксикислоты.

В процессе гнилостного разложения разрушаются практически все компоненты мяса, однако наибольшее значение имеют превращения белковых веществ. В мясе при гниении появляются новые химические соединения, а также изменяется количественное содержание имеющихся. Все это существенно влияет на изменение цвета, запаха, вкуса, консистенции, пищевой ценности и безвредности мяса в сторону их ухудшения.



Испортившееся мясо может стать причиной пищевых отравлений: токсикоинфекций, возникающих при употреблении человеком продукта, содержащего сальмонеллы, кишечную палочку и протей; и интоксикаций, вследствие наличия в продуктах ядов (токсинов), выделяемых некоторыми видами микроорганизмов (стафилококки, стрептококки, ботулинус) в процессе их деятельности.

Таким образом, развитие гнилостной микрофлоры сопровождается распадом белков, разрушением аминокислот, в том числе и незаменимых, накоплением продуктов их превращений, что понижает пищевую и биологическую ценность мяса, резко ухудшает его цвет, запах, консистенцию, способствует образованию вредных для человека веществ и делает мясо непригодным в пищу.<sup>55</sup> Важно обнаружить гнилостное разложение на ранней стадии. Это можно сделать с использованием ряда субъективных и объективных показателей.

Эффективный способ выявления порчи - варка проб, так как при повышении температуры возрастает испаряемость летучих соединений. Рекомендуется также растирать кусочки мяса между пальцами. Запах разлагающегося мяса значительно усиливается при нанесении на его поверхность разбавленных кислот и щелочей. При развитии анаэробной порчи эффективным способом проверки является прокалывание глубоких слоев мяса деревянной палочкой.

При объективной оценке свежести мяса определяют содержание летучих жирных кислот и по их количеству мясо разделяют на свежее, сомнительной свежести и несвежее. Для объективной оценки свежести мяса используют также микробиологические и гистологические методы анализа. От степени свежести мяса зависит направление его использования.

## **2.11 Практическое занятие № ПЗ-11 Принципы создания комбинированных мясопродуктов (2 часов)**

Разработка технологий комбинированных мясопродуктов позволяет, путем введения растительных компонентов, достигнуть сбалансированности по химическому составу и обеспечить необходимое для геродиетического продукта количество питательных веществ.

Для сохранения целевых свойств соблюдается щадящая технологическая обработка, позволяющая максимально сохранить биологически активные вещества исходного сырья. Применяв процесс моделирования, на 1-ом этапе аминокислотного состава белка проектируемого продукта, на 2-ом – жирнокислотного состава, на 3-ем – углеводного, витаминного, минерального состава и рассчитав энергетическую ценность

рецептурных композиций, разработчиками были получены рецептурные композиции мясорастительных пельменей 1 и 2, которые наиболее полно отвечали требованиям, предъявляемым к геродиетическим продуктам.

Вовлечение в процесс изготовления продовольствия изолированных белков, которые относятся ко вторичным продуктам, способствовало возникновению понятия «комбинирования мяса». Продукция обладает высокой пищевой ценностью и характеризуется теми функционально-технологическими качествами, которые ей задали на производстве. Такое направление индустрии позволяет существенно улучшить степень использования белка и повысить глубину переработки сырья.

С появлением комбинированных продуктов питания в мясной индустрии повысился производственный сегмент, увеличились объемы изготовления. Это гарантирует экономические преимущества.

Чтобы понять, что представляют собой реструктурированные мясопродукты, необходимо назвать несколько товарных единиц: колбаса ветчинного типа, котлеты, фарш и прочие изделия. В отличие от цельномышечных продуктов, такой товар нуждается в дополнительной обработке. На производстве применяется несколько видов переработки сырья:

6. Варка. Процесс осуществляется на пару или в воде. Предусматривает добавление овощей, специй для усиления вкуса.
7. Обжарка. В процессе обработки используются жиры, масла. Такие продукты любят все, кроме диетологов, которые считают, что в них много холестерина.
8. Копчение. Все любят шашлыки. Готовится такая продукция на открытом огне, пропитывается продуктами сгорания, от чего приобретает характерный запах и вкус.
9. Запекание. Процесс проходит в фольге или листьях. Более редко применяется специальная посуда.
10. Сушка. Это одна из самых трудоемких процедур. Обработка мяса таким способом требует наличия определенных навыков.

Каждый из способов обработки служит для получения определенной продукции. Нормы применения каждого из них варьируются от вида и качества сырья. Тепловое воздействие может быть заменено на холодильное, если того требует технология и потребитель. Нередко для хранения мясопродуктов используется заморозка или охлаждение – те же пельмени, блины или вареники. Потому можно уверенно говорить, что широкий ассортимент мясопродуктов представлен в замороженном виде.

Производители мясопродуктов прибегают к холодильной обработке по двум соображениям:

- заморозка уничтожает все болезнетворные микроорганизмы;
- повышается срок хранения пищи.

Проводится заморозка медленным, быстрым и сверхбыстрым способами. Последний предполагает обработку продукции в холодильных камерах туннельного типа. Такая технология существенно уменьшает потери при сушке. Этому способствует стабилизация температурного и влажностного режимов в холодильной установке. К тому же сверхбыстрая заморозка предполагает появление мелких кристаллов льда, что не приводит к большим структурным изменениям мясопродуктов.

## **2.12 Практическое занятие № ПЗ-12    Общая характеристика контаминантов мяса и мясных продуктов (2 часа)**

Потенциально опасные токсиканты мяса делятся на две большие группы. К первой группе относятся вещества, которые попадают в организм животного с водой и кормом. Такие вещества более или менее прочно связываются в системе метаболизма с органами и тканями сельскохозяйственных животных и могут сохраняться в них достаточно длительное время. К этой группе токсикантов относятся устойчивые неорганические ионы тяжелых и переходных металлов, радионуклиды, а также сложные органические вещества: гормоны, антибиотики и пестициды, способные не только сохраняться в мясных продуктах определенное время, но и вследствие химико - ферментативных и окислительных реакций превращаться в структурные аналоги, многие из которых представляют опасность для организма человека. Например, дехлорирование в структуре пестицида ДДТ вовсе не приводит к снижению токсичности. Теряя содержащийся хлор, пестицид ДДТ превращается в свои аналоги - ДДД и ДДЕ, отрицательно действующие на здоровье человека.

Вторая группа токсикантов включает те химические вещества, которые могут образовываться в мясном продукте в результате разложения тканей либо как продукты жизнедеятельности микрофлоры. Например, в условиях длительного хранения липиды могут образовывать пероксиды и эпоксиды; при нарушении режимов технологической обработки (копчение) могут накапливаться канцерогенные вещества- 3,4- бенз(а)пирен, фенол; при использовании некоторых электрофизических, микробиологических и ферментативных процессов также могут образовываться вещества с токсическим эффектом. К ним относятся нитрозамины, появляющиеся в результате разложения нитритных консервантов и азотсодержащих групп в аминокислотах белков мяса, пирены (бенз(а)пирен) и полихлорированные бифенилы- конечные и весьма стойкие продукты биохимической трансформации органических препаратов первой группы, а также

афлатоксины- результат жизнедеятельности патогенных микроорганизмов при соответствующей нежелательной бактериальной контаминации. Формально в эту группу можно отнести также микроорганизмы, наличие которых оценивается по микробиологическим показателям.

Контаминация продуктов животного происхождения болезнетворными микроорганизмами наблюдается вдоль всей «пищевой» цепи: от кормов до готового пищевого продукта. В настоящее время насчитывается 18 видов бактерии, 26 видов паразитов, включая простейшие, 9 групп вирусов, 4 группы биотоксинов, 9 групп химических веществ. 3 группы биологически активных веществ, различные токсические растения, грибы, пищевые добавки и т.д., которые играют роль этиологических факторов пищевых отравлений человека. Однако около 80% пищевых отравлений вызвано микроорганизмами, большинство из которых имеют зоонозную природу (например, сальмонеллы, иерсинии, кампилобактерии и др.). За содержанием в мясных продуктах вредных веществ, относящихся к первой группе, необходим тщательный инструментальный контроль. Содержание токсикантов второй группы можно регулировать вплоть до предупреждения их образования, обеспечивая правильные режимы технологической обработки и хранения продукции.

Важным условием получения экологически чистых продуктов является использование экологически чистого сырья. Под последним следует понимать растительное и животное сырье, произведенное в условиях, не допускающих попадания в него вредных или нежелательных компонентов из окружающей среды.

Источниками химических веществ в мясном сырье в основном являются корма и вода. Учитывая низкую (порядка (1-5)  $10^6$  г/дм<sup>3</sup>) растворимость органических токсикантов в воде, потребляемую животными и птицей воду можно рассматривать как источник загрязнения токсичными элементами и органическими веществами с низкой степенью разложения и высоким кумулятивным эффектом. Пестициды, антибиотики, гормоны попадают в организм животного либо путем непосредственного введения лекарственных средств, либо с кормами. Остаточное содержание таких элементов и веществ в мясе и мясных продуктах зависит от полученной дозы токсиканта на стадии выращивания скота и птицы, скорости его выведения из организма, а также скорости окисления и распада самого вещества.

Металлы являются одним из главных источников загрязнения окружающей среды. В результате выбросов металлургических заводов, сжигания топлива тяжелые металлы отравляют атмосферу, воду, почву и, как следствие, попадают в организм животных и человека. Характерная черта распределения тяжелых металлов в биосфере - весьма

значительные колебания концентраций. Усиливающееся загрязнение тяжелыми металлами создает в ряде мест серьезную опасность для здоровья населения.

Наиболее часто в пищевых продуктах встречается свинец, который обладает сильно выраженными токсикологическими и кумулятивными свойствами. Повышенное содержание свинца в окружающей среде связано главным образом с техногенным загрязнением воздуха, почвы и воды. Источниками загрязнения являются энергетические установки, работающие на угле, жидком топливе, двигатели внутреннего сгорания, в которых используется топливо с добавлением антидетонатора - тетраэтилсвинца.

Повышенная загрязненность свинцом отличается в промышленных районах и городах. Выбросы металлургических заводов, химических предприятий, отходящие газы автомобильного транспорта, попадая в почву, увеличивают содержание свинца в растениях в зонах, прилегающих к автотрассам, в десятки раз. Скармливание травоядным травы или сена из придорожных и пригородных зон приводит к накоплению свинца в организме животных. Часть свинца может выводиться из организма с молоком, и в этом случае молоко становится опасным для употребления в пищу, а часть - накапливаться в органах и тканях животного. При поступлении в большом количестве может возникнуть острое отравление, при незначительных дозах, но частом потреблении - хроническое (у человека при ежедневном поступлении 2мг отравление развивается через несколько недель), в результате чего повреждается мозг, развивается рак.

Мышьяк в чистом виде ядовит только в больших количествах. Соединения мышьяка (мышьяковистый ангидрид, арсениты, арсенаты) чрезвычайно опасны и токсичны, обладают высокой степенью аккумуляции. Основную опасность представляет техногенное загрязнение окружающей среды соединениями мышьяка вокруг металлургических заводов, предприятий, перерабатывающих цветные металлы, сжигающих бурые угли. В зоне их действия создается высокая концентрация мышьяковистого ангидрида и других соединений мышьяка в воздухе, происходит их накопление в воде, почве, растениях с последующим перераспределением сначала в органы и ткани животных, потребляющих загрязненные корм, воду, а затем в молоко и мясо.

Вторым источником загрязнения продуктов животноводства мышьяком являются лечебным мышьяковистые препараты (осарсол, новарсенол, миарсенол, атоксил, аминорсен и др.), акарициды (арсенит натрия, кальция и др.), антигельминтики (арсенат олова, марганца, калия и др.). Применение указанных веществ в животноводстве длительное время или в высоких дозах может привести к их накоплению в получаемых от животных мясе, молоке, а при противочесоточных обработках - в шерсти. Человек

принимает ежедневно с пищей около 1,2-2,0мг мышьяка, что близко к максимально допустимому количеству. При потреблении продуктов, содержащих повышенную концентрацию мышьяка, создается опасность интоксикации и других отрицательных последствий. Соединения мышьяка обладают высокой степенью материальной кумуляции, и поэтому их поступление с пищей в повышенных количествах может привести к острой или хронической интоксикации, развитию злокачественных новообразований. Известны массовые случаи рака кожи у людей, возникающие в результате использования одежды, изготовленной из шерсти, содержащей соединения мышьяка после противочесоточной обработки овец мышьяковистыми препаратами. Карциномы, индуцированные мышьяком, возникают главным образом в коже, а также в легких и печени.

Соединения кадмия довольно широко распространены в окружающей среде. Наибольшие количества их встречаются в почве (в среднем 0,1мг/т). В более высокой концентрации кадмий содержится в минеральных удобрениях (особенно в фосфорсодержащих) и некоторых фунгицидах (до 4,5%). Значительным источником загрязнений являются арматура и пластмасса, окрашенные кадмиевыми соединениями и используемых в пищевой промышленности для машин и оборудования. Токсичность кадмия проявляется сильно, в связи с чем этот металл рассматривается в числе приоритетных загрязнителей. Имеются данные об эмбриотропном и канцерогенном действии кадмия. Этот металл способен замещать цинк в энзиматических системах, необходимых для формирования костных тканей, что сопровождается тяжелыми заболеваниями. Кадмий обладает высоким коэффициентом биологической кумуляции (период биологической полужизни 19-40 лет), в связи с чем возникает реальная угроза неблагоприятного воздействия его на население даже при низких дозах.

Ртутные соединения относятся к наиболее опасным глобальным загрязнителям биосферы. Они содержатся в большом количестве в стоках химических заводов (главным образом предприятий, производящих гидроксид натрия, ацетальдегид), бумажных и целлюлозных производств. Их много в продуктах сжигания каменного угля, в результате сжигания которого в атмосферу ежегодно выбрасывается около 3000 т ртути. Соединения ртути являются действующей основой многих пестицидов, используемых для протравливания семян растений, некоторых лекарственных препаратов (каломель, сулема, ртутные мази).

В почве ртутные соединения находятся преимущественно в виде менее токсичного сульфида ртути или могут вноситься в нее с протравленными семенами в виде очень

ядовитых ртуть- органических соединений, используемых в растениеводстве как фунгициды (гранозан, агрозан, агронал, меркурбексан, меркурбензол и др.).

В природе существует цепочка передачи ртутных соединений: промышленные выбросы, смывы с полей > водоемы > зоопланктон, ракообразные, моллюски, рыбы, морские животные ( кормовая мука из рыб, морских животных) > домашние животные > человек. Скармливание животным рыбы, рыбной муки, других кормов, содержащих соединения ртути, например зерна, обработанного ртутными пестицидами (гранозан, меркурбексан и др.), сопровождается длительным (до 60 дней) выделением ртути с молоком, а также может вызвать ее накопление в большом количестве в органах и тканях животных, употребляемых в пищу. Органические соединения ртути - стойкие вещества, очень медленно разрушающиеся и выводящиеся из организма. Они способны накапливаться в организме человека в опасных концентрациях, имея период полураспада примерно 70 дней. Особую опасность представляют метилртуть и алкильные соединения, обладающие высокой токсичностью (с преимущественным действием на центральную нервную систему, почечный эпителий, печень), эмбриотоксическим (мёртворождаемость) и мутагенным (эмбриональные уродства) действием.

Цинк входит в состав разнообразных биокатализаторов. Он избирательно поглощается растениями и животными, концентрируется в органах размножения, участвует в биохимических процессах белкового, углеводного и жирового обмена веществ. В то же время цинк мигрирует среди металлов, поступающих в окружающую среду с технологическими и бытовыми отходами. Суммарная масса выбросов цинка превысила производство этого металла перед второй мировой войной. Валовое содержание цинка в гумусовом горизонте почв СНГ колеблется от 20 до 80 мкг/г. Влияние высоких концентраций цинка проявляется преимущественно в синергическом действии, усиливая эффект других загрязнителей. Заболевания, связанные с загрязнением цинком, недостаточно изучены, хотя в литературе имеются данные, которые говорят о том, что цинк поражает органы дыхания, печень и почки.

Загрязнение продуктов животноводства радиоактивными веществами может происходить в результате непосредственного их воздействия на животных естественных природных источников (сухие и мокрые атмосферные осадки), ионизирующих излучений (первичные и вторичные космические излучения) или вследствие включения радиоактивных веществ в абиотические (почва, вода) или биотические (флора, фауна) компоненты биосферы. В последних случаях передача радиоактивных веществ осуществляется по цепочке: почва (вода) > растения > животные > продукты животноводства > человек. Ионизирующее излучение этих источников различно. В

некоторых районах (главным образом за счет выхода на поверхность земли радиоактивных руд, пород) доза радиоактивного излучения может превышать среднемировой фон в 100-500 раз.

В связи с широким использованием ядерной энергии в окружающую среду поступает дополнительное количество радиоактивных веществ. Загрязнителями организма животных и продуктов животноводства могут быть искусственные источники ионизирующих излучений: ядерные и термоядерные взрывы, выбросы из реакторов с термоядерными процессами, отходы атомной промышленности, радиоактивные изотопы, используемые в сельском хозяйстве и других сферах деятельности человека.

Из большого количества радиоактивных веществ наиболее опасными для биологических объектов являются стронций-90 и цезий-137.

Стронций - щелочноземельный элемент второй группы периодической системы элементов Д.И.Менделеева. Он имеет ряд радиоактивных изотопов- от тронция-81 до стронция-97. В радиотоксикологическом плане наибольший интерес представляют стронций-89 и стронций-90, образующиеся при делении урана в ядерных реакторах, а также при взрывах атомных бомб как продукты ядерного деления.

Стронций-90-в- излучатель, имеющий период полураспада 28 лет и энергию в-частиц 0,54 МэВ. Претерпевая в-распад, он превращается в дочерний радиоактивный элемент иттрий-90, который находится вместе с ним в равновесном по радиоактивности состоянии. Период полураспада иттрия-90 составляет 64,2 ч, максимальная энергия в-частиц-2,18 МэВ. Являясь аналогом кальция, стронций при поступлении в организм включается в минеральный обмен, его соединения растворимы в воде.

При выпадении на поверхность земли в виде сухих, а чаще мокрых осадков (вместе с атмосферными), в виде радиоактивных отходов в связи с широким использованием атомной энергии в мирных целях стронций-90 включается в компоненты биосферы (почву, воду, растения, животных), мигрирует по биологическим цепочкам и с продуктами растительного и животного происхождения может попасть в организм человека.

В организме стронций-90 хорошо всасывается в желудочно- кишечном тракте, значительные количества его откладываются в скелете. Это приводит к облучению не только самих костей и костного мозга, но и других тканей. Всасывание стронция-90 из желудочно- кишечного тракта колеблется от 5 до 100% и зависит от многих факторов (рациона, физико-химических свойств соединения, возраста животных и человека и физиологического состояния организма). Значительно больше стронция всасывается из кишечника у молодых животных. Это связано с более высокой потребностью их



организма в щелочноземельных элементах, необходимых для построения скелета. Добавка кальция к рациону с целью уменьшить усвоение стронция-90 эффективна только для молодых животных, а для взрослых и старых существенного значения не имеет.

Цезий - элемент первой группы периодической системы элементов Д.И.Менделеева. Большинство его химических соединений (хлориды, нитраты, карбонаты) растворимы в воде, поэтому хорошо всасываются в желудочно-кишечном тракте, разносятся кровью по организму и быстро выводятся из него.

Из радиоактивных изотопов цезия наибольшую биологическую опасность представляет цезий-137, ядра которого при в-распаде излучают в-частицы и  $\gamma$ -кванты. Период полураспада цезия-137 равен 30 годам. Является продуктом деления ядер тяжелых элементов.

Глобальные осадки радиоизотопов, в том числе и цезий-137, выпадают в течение ряда лет после ядерного взрыва, загрязняя всю биосферу (воздух, воду, почву и растительность). Степень загрязненности почвы зависит не только от количества годовых атмосферных осадков, но и от локальных условий- типа почв, вида и густоты растительного и агротехнической обработки почвы. Цезий -137 сорбируется почвой значительно сильнее, чем стронций-90, и поэтому выносится из нее с урожаем растительности во много раз меньше. Органические вещества в почве затрудняют корневое поглощение радиоизотопов. Из влажных почв растения извлекают значительно больше цезия-137, чем на суходольных участках.

Больше всего цезия накапливается в мышцах, сердце, печени, почках и меньше- в коже, крови и жировой ткани. При длительном или хроническом поступлении цезия-137 отмечается постоянное увеличение общего содержания его в организме, а затем наступает состояние равновесия, когда ежедневно поступление его уравнивается выведением. Из трех видов мяса (говядина, баранина и свинина) максимальная концентрация этого радиоизотопа в баранине; в говядине в 2раза, а в свинине в 3раза меньше, в оленине в 10раз больше, чем в мясе других видов животных.

Использование в пищу продуктов животноводства, содержащих радиоактивные вещества в больших дозах, может вызвать у людей нарушение функций эндокринной, кроветворной, сердечно-сосудистой, иммунной, нервной, половой, дыхательной и других систем с развитием тяжелых заболеваний (лейкемии, злокачественных новообразований, дистрофии, ожирения и др.).

Для сертификации продукцию мясной промышленности разделяют на 6 групп: мясо, колбасные изделия, полуфабрикаты и кулинарные изделия, консервы, жиры и

желатин. При этом сертификация продукции в мясной промышленности отличается рядом специфических особенностей:

- зависимостью показателей безопасности продукции от безопасности сельскохозяйственного сырья;
- зависимостью качества мясного сырья от экологического благополучия региона, производящего сырье;
- зависимостью качества готовых мясных изделий от качества применяемых специй, пряностей, пряно- вкусовых ароматизаторов и других вспомогательных материалов;
- наличием мясной продукции как длительных сроков хранения, так и скоропортящейся.

Содержание веществ, вредных для здоровья человека, в продуктах питания строго нормируется и не должно превышать предельно допустимых уровней, установленных гигиеническими требованиями к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.560-96).

Пищевые продукты и продовольственное сырье подвергаются обязательной ветеринарно - санитарной экспертизе, проводимой государственной ветеринарной службой в соответствии с действующими ветеринарно- санитарными правилами и с оформлением ветеринарного свидетельства, выдаваемого органами государственной ветеринарной службы. Только после ветеринарно - санитарной экспертизы проводится санитарно - гигиеническая оценка продовольственного сырья и пищевых продуктов животного происхождения. Новыми санитарными правилами не допускается наличие в продовольственном сырье и пищевых продуктах паразитарных организмов и патогенных микроорганизмов, вызывающих инфекционные болезни животных и человека. Действующие гигиенические нормативы по микробиологическим показателям включают контроль четырех групп микроорганизмов:

- мезофильные аэробные и факультативно- анаэробные микроорганизмы и бактерии группы кишечных палочек (санитарно- показательная группа);
- условно - патогенные микроорганизмы и сульфатредуцирующие клостридии;
- патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы;
- микроорганизмы порчи - в основном дрожжи и плесневые грибы.

Для всех видов продовольственного сырья и пищевых продуктов нормируется содержание пестицидов: гексахлорциклогексана (Ь-, в-, г- изомеры), ДДТ и его метаболитов. В продуктах животноводства регламентируется содержание ветеринарных лечебных препаратов, а также антибиотиков, применяемых для откорма, лечения и профилактики заболеваний скота и птицы. В мясе и мясных продуктах контролируется

допущенные к применению в животноводстве кормовые антибиотики - гризин, бацитрацин и лечебные антибиотики тетрациклиновой группы и левомицетин.

В продуктах растительного происхождения необходимо контролировать содержание следующих микотоксинов: афлатоксина В1, дезоксиниваленола, зеараленола, патулина, а в молоке и молочных продуктах - афлатоксина М1. В новых санитарных правилах содержание микотоксинов в мясе, мясных продуктах, яйцах и яйцепродуктах не регламентируется.

В соответствии с новыми санитарными правилами в продукции отечественного животноводства не контролируется содержание гормональных препаратов. В импортных мясе и мясных продуктах содержание гормональных препаратов, антибиотиков и ветеринарных средств учитывается в экспертном порядке по сертификату страны-экспортера и фирмы - производителя с учетом рекомендаций Объединенного комитета экспертов по пищевым добавкам ФАО/ВОЗ. При необходимости (в конфликтных ситуациях) гормональные препараты в мясных и молочных продуктах определяются в арбитражном порядке. Регламентируется содержание азотсодержащих соединений, в частности нитрозаминов (суммы нитрозодиэтил - и нитрозодиметиламина), и дополнительно для копченых мясных продуктов - полициклических ароматических углеводородов (бенз(а)пирена). Для ограничения радиационного облучения человека установлены гигиенические нормативы содержания радионуклидов (цезия-137 и стронция-90) в продовольственном сырье и пищевых продуктах.

В табл 2 приведен перечень наиболее часто встречающихся токсикантов мясных продуктах, который объединяет представителей разных классов с существенно разными физико-химическими свойствами и остаточных регламентированным содержанием вещества от 0,5мкг до 200мг в 1 кг продукта.

Таблица 2. Контаминанты мясных продуктов

Контаминанты	Химический класс	ПДК, мг/кг	
Медь	Токсичный элемент	5,0	
Цинк	То же	70,0	
Свинец	»	0,5	

Ртуть	»	0,03	
Олово	»	200,0	
Хром	»	0,5	
Кадмий	»	0,05	
Мышьяк	»	0,1	
Диэтилстильбэстрол	Гормон	-	
Тестостерон	»	0,0005	
Нитрозодиэтиламин	»	0,015	
Нитрозодиметиламин	Нитрозамин	0,001	
Тетрациклин	»	0,001	
Левомецетин	Антибиотик	<0,01*	
Стрептомицин	»	<0,01*	
Гризин	»	<0,01*	
Бацитрацин	»	<0,50*	
(Бензил) пенициллин	»	<0,02*	
ДДТ	»	<0,01*	
ДДД	Хлорсодержащий Пестицид	0,1	
ДДЕ	То же	0,1	

Гексахлорциклогексан	»	0,1	
Альдрин	»	0,1	
Цезий-137	»	Не допускается	
Стронций-90	Радионуклид	160-320 Бк/кг	

\*Допустимое содержание антибиотиков приведено в ед/г.