

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комарова Светлана Юриевна

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 24.11.2023 06:55:07

Уникальный программный ключ:

43ba42f5deae4116bbfcb9ac98e39108031227e81add207cbee4149f2098d7a

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»

Агротехнологический факультет

ОПОП по направлению подготовки
19.03.03 Продукты питания животного происхождения

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по освоению учебной дисциплины

**Б1.В.ДВ.05.02 Физико-химические и биохимические основы
производства мясных продуктов**

Направленность (профиль) «Технология мяса и мясных продуктов»

Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра - продуктов питания и пищевой биотехнологии

Разработчики РПУД:
канд. биол.наук., доцент

Н.А. Погорелова

Омск 2021

ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящее издание является основным организационно-методическим документом учебно-методического комплекса по дисциплине в составе основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО). Оно предназначено стать для них методической основой по освоению данной дисциплины.

2. Содержательной основой для разработки настоящих методических указаний послужила Рабочая программа дисциплины, утвержденная в установленном порядке.

3. Методические аспекты развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМК по данной дисциплине.

4. Доступ обучающихся к электронной версии Методических указаний по изучению дисциплины, обеспечен в информационно-образовательной среде университета.

При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний.

Уважаемые обучающиеся!

Приступая к изучению новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас кафедрой специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании.

Ознакомившись с организационными требованиями кафедры по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности, уберечь самих себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя эти указания, Вы без дополнительных осложнений подойдете к промежуточной аттестации по этой дисциплине. Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны эти методические указания.

1. Место учебной дисциплины в подготовке выпускника

Учебная дисциплина относится к дисциплинам ОПОП университета, состав которых определяется вузом и требованиями ФГОС.

Цель дисциплины: формирование прочных знаний и умений в области физико-химических и биохимических основ производства мяса и мясных продуктов.

В ходе освоения дисциплины обучающийся должен:

знать и понимать:

- основные механизмы превращений основных веществ, входящих в состав мясного сырья в процессе хранения и переработки мяса и мясных продуктов;

уметь:

- определять степень влияния различных факторов на скорость и глубину физико-химических и биохимических процессов производства мяса и мясных продуктов;

владеть:

- навыками для успешного (в т. ч. самостоятельного) освоения различных современных технологических приемов в технологии производства мяса и мясных продуктов.

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины:

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина		Код и наименование индикатора достижений компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1			2	3	4
Профессиональные компетенции					
ПК-1	Осуществляет управление подразделениями производственных предприятий в части реализации технологического процесса производства продукции из сырья животного происхождения	ИД-6 _{ПК-1} Разрабатывает мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции различного назначения.	- перечень мероприятий по совершенствованию технологических процессов производства продукции питания	-разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции пищевого назначения	навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов производства пищевых продуктов

1.2 Описание показателей, критериев и шкал оценивания компетенций по дисциплине

Индекс и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				Не зачтено		Зачтено		
				Характеристика сформированности компетенции				
				Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	1. Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. 2. Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач. 3. Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.			
Критерии оценивания								
ПК-1 Осуществляет управление подразделениями производственных предприятий в части реализации технологического процесса производства продукции из сырья животного происхождения	ИД-6 _{ПК-1}	Полнота знаний	Знает перечень мероприятий по совершенствованию технологических процессов производства продукции питания	Не знает мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции питания	Свободно ориентируется в мероприятиях по совершенствованию технологических процессов производства продукции питания			Теоретические вопросы к семинарским занятиям; опрос, реферат, контрольная работа
		Наличие умений	Умеет разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции пищевого назначения	Не умеет разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологических процессов производства продукции пищевого назначения	Умеет разрабатывать и обосновывать выбор мероприятий по совершенствованию технологических процессов производства продукции пищевого назначения			Лабораторные работы
		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов производства пищевых продуктов	Не владеет навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов производства пищевых продуктов	Имеет навыки разработки мероприятий по совершенствованию технологических процессов производства пищевых продуктов			Лабораторные работы

2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины

2.1 Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	в т.ч. по семестрам обучения	
	очная форма	заочная форма
	6 сем.	4курс
1. Аудиторные занятия, всего	64	18
- Лекции	12	2
- Практические занятия (включая семинары)	32	4
- Лабораторные занятия	20	0
- Консультации	44	12
2. Внеаудиторная академическая работа студентов	72	158
2.1 Фиксированные виды внеаудиторных самостоятельных работ:		
Выполнение и сдача реферата	17	46
2.2 Самостоятельное изучение тем/вопросов программы	15	46
2.3 Самоподготовка к аудиторным занятиям	20	26
2.4 Самоподготовка к участию и участие в контрольно-оценочных мероприятиях, проводимых в рамках текущего контроля освоения дисциплины (за исключением учтённых в пп. 2.1 – 2.2):	20	40
3. Получение зачёта по итогам освоения дисциплины	+	4
ОБЩАЯ трудоёмкость дисциплины:	Часы	180/5
	Зачетные единицы	180/5
Примечание: * – семестр – для очной и очно-заочной формы обучения, курс – для заочной формы обучения; ** – КР/КП, реферата/эссе/презентации, контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), расчетно-графической (расчетно-аналитической) работы и др.;		

Таблица 2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе

Номер и наименование раздела учебной дисциплины. Укрупнённые темы раздела					Трудоёмкость раздела и её распределение по видам учеб- ной работы, час.			Форма рубежного кон- троля по разделу	№№ компетенций, на формирование которых ориентирован раздел		
		Общая	Аудиторная работа				ВАРС				
			всего	лекции	занятия		консультации			всего	фиксирован- ные виды
				практические (всех форм)	лабора- торные						
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная форма обучения											
1	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мя- са										
	Тема 1.1. Строение, состав и свойства мышечной ткани. Мор- фологический и химический со- став	16	6	2		2	2	10	17	Устный опрос, тести- рова- ние	ПК-1.6
	Тема 1.2. Строение, состав и свойства жировой ткани. Морфо- логический и химический состав	19	9	1	4	2	2	10			
	Тема 1.3. Строение, состав и свойства соединительной, кост- ной и хрящевой тканей мяса	16	6		4		2	10			
Тема 1.4. Строение, состав и свойства покровной ткани и ее производных	16	6		4		2	10				

	Тема 1.5. Состав и свойства крови	10	6		4		2	4			
	Тема 1.6. . Характеристика мяса как объекта технологии	13	7	1		4	2	6			
2	Раздел 2. Автолитические изменения мяса	26	20	2	4	4	10	6		Устный опрос, тестирование	
3	Раздел 3 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием ферментов микроорганизмов	17	11	1			10	6		Устный опрос	
	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов										
	Тема 4.1. Изменение свойств мяса при холодильной обработке	12	10	2	4		4	2			
4	Тема 4.2 Изменение свойств мясного сырья при посоле	5	3	1			2	2			
	Тема 4.3 Изменения свойств мяса и мясопродуктов при тепловой обработке	18	16	2	4	8	2	2			
	Тема 4.4 Изменения мясопродуктов при копчении	6	4		2		2	2			
	Тема 4.5 Влияние сушки на свойства мясных продуктов	6	4		2		2	2			
Промежуточная аттестация			x	x	x	x		x	x	зачет	
Итого по учебной дисциплине		180	108	12	32	20	44	72	17		
Заочная форма обучения											
	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса										
	Тема 1.1. Строение, состав и свойства мышечной ткани. Морфологический и химический состав	24	4				4	20			
	Тема 1.2. Строение, состав и свойства жировой ткани. Морфологический и химический состав	20						20			
1	Тема 1.3. Строение, состав и свойства соединительной, костной и хрящевой тканей мяса	20						20			
	Тема 1.4. Строение, состав и свойства покровной ткани и ее производных	20						20			
	Тема 1.5. Состав и свойства крови	21	1		1			20			
	Тема 1.6. . Характеристика мяса как объекта технологии	20						20			
2	Раздел 2. Автолитические изменения мяса .	14	4	1	1		2	10		письменная контрольная работа,	ПК-1.6
3	Раздел 3 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием ферментов микроорганизмов.	16	2				2	14		кон-трольная работа,	ПК-1.6
4	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов	21	7	1	2		4	14		тестирование	ПК-1.6
	Тема 4.1. Изменение свойств мяса при холодильной обработке									тестирование	ПК-1.6

Тема 4.2 Изменение свойств мясного сырья при посоле											
Тема 4.3 Изменения свойств мяса и мясопродуктов при тепловой обработке											
Тема 4.4 Изменения мясопродуктов при копчении											
Тема 4.5 Влияние сушки на свойства мясных продуктов											
Промежуточная аттестация	4	×	×	×	×		×	×	зачет		
Итого по учебной дисциплине	176	18	2	4		12	158	46	4		

3. Общие организационные требования к учебной работе студента, условия получения зачета по дисциплине

3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося

Организация занятий по дисциплине носит циклический характер. По разделам дисциплины предусмотрена взаимоувязанная цепочка учебных работ: лекция – самостоятельная работа обучающихся (аудиторная и внеаудиторная).

Для своевременной помощи обучающимся при изучении дисциплины кафедрой организуются индивидуальные и групповые консультации, устанавливается время приема выполненных работ. По итогам изучения дисциплины осуществляется аттестация обучающегося в форме зачета.

Учитывая статус дисциплины к её изучению предъявляются следующие организационные требования

- обязательное посещение обучающимся всех видов аудиторных занятий;
- качественная самостоятельная подготовка к практическим/семинарским/лабораторным занятиям (см. п.4)., активная работа на них;
- своевременная сдача преподавателю отчетных документов по аудиторным и внеаудиторным видам работ;
- в случае наличия пропущенных обучающимся занятий, необходимо получить консультацию по подготовке и оформлению отдельных видов заданий.

Для успешного освоения курса, студенту предлагаются учебно-информационные источники в виде учебной, учебно-методической литературы по всем разделам (см. п.11).

3.2 Условия получения зачёта

Зачет выставляется обучающемуся согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А.Столыпина, выполнившему в полном объеме все перечисленные в п.3.1 требования к учебной работе, прошедший все виды контроля с положительной оценкой.

В случае не полного выполнения указанных условий по уважительной причине, обучающемуся могут быть предложены индивидуальные задания по пропущенному учебному материалу.

4. Лекционные занятия

Для изучающих дисциплину читаются лекции в соответствии с планом, представленным в таблице 4.

Таблица 4

Лекционный курс. Примерный тематический план чтения лекций по разделам учебной дисциплины

раздел	Номер лекции	Тема лекции. Основные вопросы темы	Трудоемкость по разделу, час.		Применяемые интерактивные формы обучения
			Очная форма	Заочная форма	
	1 - 2	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса Тема 1.1. Строение, состав и свойства мышечной ткани. Морфологический и химический состав	2		ситуационный анализ

		Морфологический и химический состав. Белки мышечной ткани, их локализация, свойства. Ферменты. Небелковые компоненты, их биохимическое и технологическое значение. Биологические функции мышечной ткани			
	2	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса Тема 1.2. Строение, состав и свойства жировой ткани. Морфологический и химический состав	1		Лекция-визуализация с элементами фронтальной беседы
		Строение, состав и свойства жировой ткани. Физико-химические свойства жиров. Гидролиз и окисление жиров. Принципы предохранения жиров от порчи. Белки и ферменты ткани.			
	2 - 3	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса Тема 1.6. . Характеристика мяса как объекта технологии	1		Лекция-визуализация с элементами фронтальной беседы
		Промышленное понятие о мясе. Тканевый и химический состав мяса. Пищевая и биологическая ценность. Органолептические и технологические показатели качества. Факторы, определяющие качество мяса. Роль мяса в питании человека			
	2	Раздел 2. Автолитические изменения мяса .	2		Лекция-визуализация с элементами фронтальной беседы
		Понятие об автолизе. Автолитические превращения мышечной ткани. Стадии автолиза. Изменения в углеводной и белковой системах мяса при автолизе. Факторы, влияющие на интенсивность автолитических превращений. Изменение органолептических и технологических свойств мяса в ходе автолиза. Современные представления о ходе автолитических изменений в мясе различных групп качества (NOR, PSE, DFD). Автолитические изменения жировой ткани, крови, их значение.			
	4	Раздел 3 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием ферментов микроорганизмов	1	1	Лекция-визуализация с элементами фронтальной беседы
		Механизм гнилостной порчи мяса и других продуктов убоя. Изменение показателей качества мяса. Классификация мяса по степени свежести. Технологические приемы торможения и предотвращения микробиальной порчи мяса и мясопродуктов. Понятие о концепции барьерной технологии пищевых продуктов.			
	5	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов Тема 4.1. Изменение свойств мяса при холодильной обработке	2	1	Лекция-визуализация с элементами фронтальной беседы
		Способы холодильной обработки мяса. Изменение органолептических, физико-химических, технологических свойств мяса, пищевой ценности в ходе автолитических, микробиологических процессов и			

		взаимодействия с окружающей средой при охлаждении и хранении мяса и мясопродуктов в охлажденном виде.			
		Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов Тема 4.2 Изменение свойств мясного сырья при посоле	1		Лекция-визуализация с элементами фронтальной беседы
		Общая характеристика посола. Массообменные процессы при посоле. Причины и технологическое значение изменения водосвязывающей способности мяса при посоле. Стабилизация окраски мяса при посоле; механизм формирования нитритной окраски. Гидролитические изменения белков и липидов при посоле мясного сырья, их значение. Роль тканевых и микробиальных ферментов			
	6	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов Тема 4.3 Изменения свойств мяса и мясопродуктов при тепловой обработке	2		Лекция-визуализация с элементами фронтальной беседы
		Цель и методы тепловой обработки. Изменение белков мяса при тепловой обработке. Денатурация, агрегирование белков, сваривание и гидротермический распад коллагена. Формирование вкуса и аромата продукта при тепловой обработке. Значение реакции меланоидинообразования. Пастеризующий эффект нагрева при умеренных температурах. Изменения витаминов. Понятие о стерилизации. Изменения в мясе при высокотемпературном нагреве. Влияние на микрофлору.			
Общая трудоёмкость лекционного курса			12	2	
Всего лекций по учебной дисциплине:		час	Из них в интерактивной форме		час
- очная форма обучения		12	- очная форма обучения		12
- заочная форма обучения		2	- заочная форма обучения		2

5. Практические и лабораторные занятия по дисциплине и подготовка к ним

Подготовка студентов к практическим занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. Практические занятия по курсу проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 5.

На практических занятиях осуществляется текущий аудиторный контроль в виде письменных ответов и опроса, по основным понятиям дисциплины.

Подготовка к практическим занятиям подразумевает выполнение домашнего задания к очередному занятию по заданиям преподавателя, выдаваемым в конце предыдущего занятия. Для осуществления работы по подготовке к занятиям, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по дисциплине, внимательно ознакомиться с литературой и электронными ресурсами, с рекомендациями по подготовке, вопросами для самоконтроля.

Таблица 5

Примерный тематический план практических занятий по разделам учебной дисциплины

Номер		Тема занятия/ Примерные вопросы на обсуждение (для занятий в формате семинарских)	Трудоёмкость по разделу, час.		Используемые интерактивные формы	Связь заняти я с ВАРС*
раздела (модуля)	занятия		очная форма	заочная форма		
1	2	3	4	5	6	7
1	1-2	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса Тема 1.2. Строение, состав и свойства жировой ткани. Морфологический и химический состав. 1. География распространения ткани в туше животных и птицы. 2. Биологическая функция ткани. 3. Пищевая и промышленная ценность.	4			
1	3-4	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса Тема 1.3. Строение, состав и свойства соединительной, костной и хрящевой тканей мяса. 1. Строение, химический состав и свойства костной и хрящевой тканей, их функциональное значение. 2. Белки тканей. 3. Пищевая ценность.	4			
1	5-6	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса Тема 1.4. Строение, состав и свойства покровной ткани и ее производных 1. Особенности строения, состава и свойств покровной ткани и ее производных. 2. Прижизненные функции. 3. Белковые вещества.	4		Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	ОСП
1	7-8	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса Тема 1.5. Состав и свойства крови 1. Морфологический, химический состав и свойства крови. 2. Биологические функции крови. 3. Строение и свойства белков крови. 4. Небелковые компоненты крови.	4	1	Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	ОСП
2	9-10	Раздел 2. Автолитические изменения мяса 1. Важнейшие факторы (барьеры) и их возможные комбинации. 2. Биохимические основы использования конкурирующих микроорганизмов в технологии мясопродуктов, комбинаций традиционных и потенциальных сохраняющих факторов	4	1		
4	11-12	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов Тема 4.1. Изменение свойств мяса при холодильной обработке 1. Влияние процессов кристаллизации, рекристаллизации влаги и сублимации льда при замораживании и хранении на показатели качества мяса	4	1	Различные приёмы технологии развития критического мышления (кластеры, денотатный граф и др.)	

		при размораживании. 2. Использование сохраняющих барьеров при холодильной обработки мяса с целью стабилизации его качества.				
4	13-14	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов Тема 4.3 Изменения свойств мяса и мясопродуктов при тепловой обработке. 1. Гидролиз высокомолекулярных азотистых соединений, липидов; превращение экстрактивных веществ, витаминов; структурные изменения. 2. Значение процессов, протекающих в мясе при стерилизации, для формирования качества мясопродуктов.	4	1		
4	15	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов. Тема 4.4 Изменения мясопродуктов при копчении . 1. Понятие о копчении. 2. Цель копчения. 3. Изменение органолептических показателей качества мяса при копчении. 4. Бактерицидный и антиокислительный эффект копчения..	2			
4	16	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов Тема 4.5 Влияние сушки на свойства мясных продуктов. 1. Цель сушки при производстве мясопродуктов. 2. Формирование структуры, окраски, вкусоароматических характеристик мясопродуктов как следствие комплекса взаимосвязанных изменений, происходящих при сушке.	2			
Всего практических занятий по учебной дисциплине:			час	Из них в интерактивной форме:		час
- очная форма обучения			32	- очная форма обучения		6
- заочная форма обучения			4	- заочная форма обучения		
В том числе в формате семинарских занятий:						
- очная форма обучения			18			
- заочная форма обучения			4			

* Условные обозначения:
ОСП - предусмотрена обязательная самоподготовка к занятию; **УЗ СРС** - на занятии выдаётся задание на конкретную ВАРС; **ПР СРС** - занятие содержательно базируется на результатах выполнения студентами конкретной ВАРС; ...

Примечания:
- материально-техническое обеспечение практических занятий – см. Приложение 6
- обеспечение практических занятий учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 6.

Подготовка студентов к лабораторным занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На лабораторных занятиях осуществляется аудиторный контроль в виде проверки отчёта по лабораторной работе.

Цель практикума – закрепить знания теоретических основ дисциплины, привить студентам навыки самостоятельной и экспериментальной работы.

Поскольку программа практикума рассчитана на самостоятельное изучение теории по каждой конкретной работе, то, получив от преподавателя задание по выполнению лабораторной работы, подготовьтесь к ее выполнению. Для этого ознакомьтесь с рекомендациями, приведенными в настоящих методических указаниях. Изучите теоретический материал, пользуясь рекомендованной литературой и конспектами лекций.

Приступайте к выполнению работы только после разрешения преподавателя. Результаты опыта обязательно покажите преподавателю. Работайте в халатах!

При составлении отчета по работе придерживайтесь следующего плана: название работы, цель работы, ход работы, результаты и наблюдения, выводы.

Работа считается зачтенной после представления отчета и ответа на контрольные вопросы преподавателя.

Таблица 6

Примерный тематический план лабораторных занятий по разделам учебной дисциплины

Номер			Тема лабораторной работы	Трудоемкость ЛР, час.		Связь с ВАРС		Используемые интерактивные формы
раздела *	лабораторной работы (ЛР)	лабораторного занятия		очная форма	заочная форма	Предусмотрена самоподготовка к занятию +/-	Защита отчёта о ЛР во внеаудиторное время +/-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1-2	определение степени свежести мяса	4		+	-	Ситуационный анализ
4	2	3-4	исследование структурных изменений тканей мяса при тепловой обработке	4		+		
4	3	5-6	влияние химической и тепловой обработки на денатурацию и коагуляцию белков мяса.	4		+		
1	4	7-8	исследование свойств мяса и мясопродуктов	4		+	-	Ситуационный анализ
2	5	9-10	исследование содержания и состояния влаги в мясе и мясопродуктах	4		+	-	Разбор конкретных ситуаций
Итого ЛР			Общая трудоёмкость ЛР	20		x		

Примечания:

- материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – см. Приложение 6
- обеспечение лабораторного практикума учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложение 1 и 2

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СВЕЖЕСТИ МЯСА

Цель работы – закрепить теоретические знания о сущности послеубойных изменений в мясе, приобрести практические навыки оценки степени свежести мяса с помощью органолептического и физикохимических методов.

Ход работы: Выполняются задания:

Задание 1. Ознакомиться с сущностью послеубойных изменений в мясе и методами оценки степени свежести мяса.

Задание 2 . Оценить степень свежести мяса с помощью органолептического и физико-химических методов: определения pH потенциометрическим методом; продуктов первичного распада белков в бульоне по реакции с сульфатом меди; реакцией на аммиак с реактивом Несслера; определения аминокислотного азота формальным титрованием.

Мясо – это комплекс мышечной, жировой, соединительной и костной тканей, количественное соотношение которых прежде всего определяет качество мяса. Морфологический состав мяса зависит от вида животных, возраста, пола, упитанности, технологии их выращивания. На качество мяса влияют также условия транспортировки скота, предубойного содержания, первичной переработки животных. В значительной мере качество мяса зависит от условий хранения. Важным показателем качества мяса с позиции технологии его переработки и хранения является величина pH, так как деятельность ферментов и бактерий связана с кислотностью среды. Активная кислотность (pH) – показатель концентрации свободных ионов водорода в растворе. От реакции среды в значительной степени зависят водосвязывающая способность мяса и его стойкость при хранении. Наибольшей влагоемкостью и способностью удерживать воду обладает парное мясо (pH нативного мяса 7,2). В начале автолиза pH мяса относительно высок и близок к нативному 6,6 – 7,0. Незначительное снижение pH в первые часы после убоя обусловлено медленным накоплением молочной кислоты и противодействием буферных систем тканей изменению pH. Водосвязывающая способность мяса уменьшается и достигает минимума к моменту наиболее полного развития окоченения. В результате накопления молочной, пировиноградной и ортофосфорной кислот, а также потери буферной способности белками pH мяса резко сдвигается в кислую сторону до 5,6 – 5,2. Переработка мяса в стадии посмертного окоченения сказывается на выходе и качестве готовой продукции: выход уменьшается, а продукт получается невкусным и жестким. В начале разрешения окоченения в результате физико-химических изменений белков постепенно повышается водосвязывающая способность мяса, вызванная разрушением структурных элементов мышечного волокна и увеличением числа свободных гидрофильных групп. pH постепенно возрастает, но не достигает величины pH парного мяса. pH свежего мяса находится в пределах 6,2 – 6,9. В мороженом мясе процессы созревания развиваются медленнее, чем в охлажденном, и величина его pH значительно ниже. Хранение мяса определяет изменения его качественных показателей, характер и интенсивность которых зависят от состава и свойств сырья. Мясо является питательной средой для развития микроорганизмов, и изменение его свойств при хранении в охлажденном состоянии обусловлено как действием тканевых ферментов, так и микробиологическими процессами. Интенсивное размножение протеолитически активных бактерий на мясе вызывает его микробиологическую порчу – гниение. Уровень расщепления белков и их производных ферментами гнилостной микрофлоры, а также окислительных изменений жира при длительном контакте с кислородом воздуха определяет степень свежести мяса. Дальнейшее превращение аминокислот сопровождается образованием аммиака, диоксида углерода и сероводорода, накоплением органических веществ различной химической природы. Деаминация и декарбоксилирование являются преобладающими процессами при распаде аминокислот. Под действием ферментов микроорганизмов гидролитическое, окислительное и восстановительное деаминация аминокислот приводит к образованию аммиака, жирных кислот, окси- и кетокислот. На ранних стадиях гнилостного разложения белков мяса в наибольшем количестве образуется уксусная кислота, а затем масляная; на более поздних стадиях появляются муравьиная и пропионовая кислоты. Поэтому общее количество этих кислот может служить одним из показателей свежести мяса. Распад аминокислот под воздействием декарбоксилаз сопровождается образованием диоксида углерода и аминов, обладающих токсическими свойствами. В процессе гниения аминокислот, содержащих серу (цистеин, цистин, метионин), выделяются сероводород, аммиак и образуются меркаптаны, являющиеся ядовитыми веществами и обладающие неприятным специфическим запахом. Таким образом, микробиологическая порча мяса сопровождается понижением его пищевой ценности. Резкое ухудшение органолептических показателей и образование токсических веществ делает мясо непригодным в пищу.

Материалы и оборудование. 1. Мясо различной степени свежести. 2. Мясорубка. 3. Технические весы. 4. Водяная баня. 5. pH-метр. 6. Стеклоаналитические стаканы на 100 и 150 см³. 7. Воронки среднего диаметра. 8. Конические колбы на 100, 150 и 200 см³. 9. Стеклоаналитические цилиндры на 25 и 100 см³. 10. Пробирки. 11. Пипетки на 1, 2 и 10 см³. 12. Бумажные фильтры. 13. Вата. 14. Ножи.

Реактивы. Сульфат меди – 5 %-й раствор; реактив Несслера; NaOH 0,1 н раствор; NaOH 0,2 н раствор; раствор фенолфталеина 1 %-й спиртовой; формалин – 40 %-й раствор; дистиллированная вода.

Порядок выполнения работы

Лабораторная работа проводится группами студентов по 3 – 4 человека. Задания для групп различаются видом мясного сырья: I – мясо, хранившееся при температуре минус 18 °С; II – мясо, хранившееся при температуре 4 °С; III – мясо, хранившееся при температуре 20 °С.

Органолептическая оценка мяса

Органолептический метод оценки качества мяса основан на анализе восприятия органов чувств (зрения, обоняния, осязания, вкуса). Каждая группа студентов органолептическими методами определяет: – внешний вид и цвет мяса – путем осмотра свежего разреза мяса. При этом

устанавливают наличие липкости и увлажненности поверхности мяса на разрезе, приложив к разрезу фильтровальную бумагу; – консистенцию мяса – путем легкого надавливания пальцем на свежий разрез испытуемого образца. При этом устанавливают время выравнивания образующейся ямки;

– запах мяса – делая чистым ножом разрез; – прозрачность и аромат бульона. Для получения однородной пробы каждый образец пропускают через мясорубку с диаметром отверстий решетки 2 мм, фарш тщательно перемешивают. 20 г полученного фарша помещают в коническую колбу емкостью 100 см³, заливают 60 см³ дистиллированной воды, тщательно перемешивают и ставят в кипящую водяную баню. Запах мясного бульона определяют в процессе нагревания до 80 – 85 °С в момент появления паров, выходящих из приоткрытой колбы. Степень прозрачности бульона визуально устанавливают, наливая 20 см³ его в мерный цилиндр емкостью 25 см³.

Результаты органолептической оценки мяса заносят в таблицу по форме, представленной в табл. 9.

Таблица 9

Влияние температуры хранения мяса на его органолептические показатели

Наименование показателя	Органолептические показатели мяса, хранившегося при температуре		
	минус 18 °С	4 °С	20 °С
Внешний вид и цвет			
Консистенция			
Запах			
Прозрачность и аромат бульона			

Определение степени свежести мяса по величине pH

Каждая группа студентов взвешивает на весах по 10 г приготовленного фарша, помещает его в стеклянный стакан емкостью 150 см³ и заливает 100 см³ дистиллированной воды.

Смесь настаивают в течение 30 мин при периодическом перемешивании, затем фильтруют через бумажный фильтр в чистый стакан и измеряют pH водной вытяжки. Проводится 3-кратное определение pH.

Определение продуктов первичного распада белков в бульоне

Реакция с сульфатом меди в бульоне – объективный показатель свежести мяса. Метод основан на взаимодействии иона меди с первичными продуктами распада белка, в результате чего в бульоне из несвежего мяса появляются хлопья или желеобразный осадок голубоватого или зеленоватого цвета.

Каждая группа студентов в колбы емкостью 150 см³ помещает по 20 г исследуемого фарша, заливает 60 см³ дистиллированной воды и тщательно перемешивает содержимое. Колбы накрывают крышками и ставят в кипящую водяную баню на 10 мин. Горячий бульон отфильтровывают в пробирки через плотный слой ваты. Если фильтрат получается мутным, его дополнительно фильтруют через бумажный фильтр. После охлаждения в чистые пробирки вносят по 2 см³ фильтрата, добавляют три капли 5 %-го раствора сульфата меди. Пробирки встряхивают 2 – 3 раза и ставят в штатив. Через 5 мин оценивают результат реакции. Мясо считается свежим, если при добавлении раствора сульфата меди бульон остается прозрачным. Если при добавлении раствора сульфата меди отмечается помутнение или интенсивное помутнение бульона с образованием хлопьев, то мясо считают сомнительной свежести. Несвежим считается мясо, если при добавлении раствора сульфата меди образуется желеобразный осадок или крупные хлопья.

Реакция на аммиак с реактивом Несслера

Метод определения аммиака с реактивом Несслера основан на способности аммиака, аминов и других продуктов распада белков, выделяющихся в процессе разложения азотсодержащих веществ, образовывать с ртутными солями сложные меркурамидные соединения, окрашивающие раствор в желтый цвет. По интенсивности окраски раствора судят о количестве аммиака, характеризующем степень порчи продукта. Для проведения реакции необходимо приготовить вытяжку исследуемого образца. Каждая группа студентов из образцов фарша отбирает навеску массой 10 г. Навески помещают в конические колбы, заливают 100 см³ прокипяченной дистиллированной воды и настаивают в течение 15 мин при трехкратном встряхивании. Полученный водный экстракт фильтруют в чистые колбы через бумажный фильтр. В чистые пробирки берут по 1 см³ приготовленной мясной вытяжки и добавляют от одной до десяти капель реактива Несслера. После добавления каждой капли пробирки взбалтывают и наблюдают за изменением цвета и прозрачности вытяжки. В свежем мясе при добавлении к вытяжке даже десяти капель реактива Несслера помутнения и пожелтения вытяжки не наблюдается. В мясе сомнительной свежести пожелтение вытяжки и слабое ее помутнение появляются после прибавления нескольких капель (от шести и более) реактива Несслера. После отстаивания помутневшей вытяжки в течение 20 мин на дне пробирки появляется слабый осадок.

В несвежем мясе после прибавления первых капель реактива наблюдается помутнение и резкое пожелтение вытяжки; после десятой капли появляется интенсивно-желтое или красноватое помутнение с обильным осадком в отстое. Результаты последних трех опытов заносят в таблицу (см. табл.).

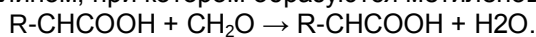
Таблица

Определение свежести мяса по величине pH, а также с помощью специфических реакций на продукты распада белков

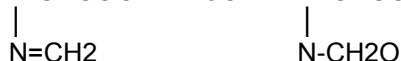
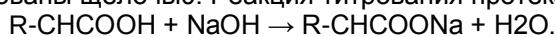
Исследуемое сырье	pH	Результаты наблюдений реакций	
		с сульфатом меди	с реактивом Несслера
Мясо, хранившееся при температуре минус 18 °С			
Мясо, хранившееся при температуре 4 °С			
Мясо, хранившееся при температуре 20 °С			

Определение аминокислотного азота формальным титрованием

Метод определения аминокислотного азота основан на взаимодействии аминокислот с формалином, при котором образуются метиленовые соединения, представляющие собой кислоты:



Эти кислоты являются более сильными, чем свободные аминокислоты, и могут быть оттитрованы щелочью. Реакция титрования протекает по следующему уравнению:



По количеству щелочи, израсходованной на титрование, можно рассчитать содержание азота аминных групп. Студенты одной из групп готовят формальную смесь. Для этого к 100 см³ 40 %-го раствора формалина добавляют 2 см³ 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина и оттитровывают 0,2 н раствором NaOH до слабо-розового окрашивания. Каждая группа студентов взвешивает на весах по 20 г исследуемого мясного фарша, помещает его в коническую колбу емкостью 150 – 200 см³, заливает 80 см³ дистиллированной воды, взбалтывает в течение трех минут и фильтрует через бумажный фильтр в чистую коническую колбу объемом 150 – 200 см³. Полученный фильтрат используется для исследования. Определение аминокислотного азота проводится трехкратно. 10 см³ исследуемого фильтрата помещают в коническую колбу объемом 100 см³, добавляют 40 см³ дистиллированной воды, три капли 1 %-го раствора фенолфталеина и оттитровывают 0,1 н раствором NaOH до слабо-розового окрашивания. Затем в эту же колбу добавляют 10 см³ формальной смеси и оттитровывают 0,1 н раствором NaOH до слабо-розового окрашивания. Количество 0,1 н раствора NaOH, пошедшего на второе титрование, заносят в таблицу (см. табл. 11). Количество аминокислотного азота в 10 см³ фильтрата определяют умножением коэффициента 1,4 на объем (в см³) 0,1 н раствора NaOH, пошедшего на второе титрование. 1 мг-экв аминокислотного азота соответствует 1 мг-экв щелочи. При использовании 0,1 н раствора NaOH 1 см³ щелочи соответствует 14·0,1 = 1,4 мг азота. Свежее мясо содержит аминокислотного азота до 1,26 мг; мясо подозрительной свежести 1,27 – 1,68 мг; несвежее – более 1,69 мг. Полученные результаты заносят в эту же таблицу.

Таблица 11

Определение аминокислотного азота в различных образцах мяса

Исследуемое сырье	Номер пробы	Количество 0,1 н NaOH, пошедшего на титрование, см ³		Содержание аминокислотного азота, мг
		пробы	среднее	
Мясо, хранившееся при температуре минус 18 °С				
Мясо, хранившееся при температуре 4 °С				
Мясо, хранившееся при температуре 20 °С				

Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Цель работы.
2. Краткую информацию о методиках экспериментов и их сущности.
3. Результаты исследования образцов мяса, отчетные таблицы.
4. Анализ полученных результатов и выводы

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТКАНЕЙ МЯСА ПРИ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ**

Цель работы. Изучить влияние температуры на растворимость белков мяса. Показать влияние температуры, реакции среды, продолжительности тепловой кулинарной обработки на переход коллагена в глютин. Изучить факторы, обуславливающие появление аномальной окраски мяса.

Объекты исследования: Мышечная ткань, соединительная ткань, изделия из котлетной массы.

Влияние температуры на растворимость белков мяса.

Технология выполнения.

Мясо освободить от поверхностных отложений жира и плотных соединительно-тканых образований. Мясо пропустить через мясорубку и фарш перемешать. В три стаканчика вместимостью 50 мл отвесить навески по 10 гр. фарша, перенести в широкогорлые конические колбы вместимостью 100 мл с помощью 10 мл воды. Одну пробу фарша оставить в качестве контрольной при комнатной температуре, две другие поместить в водяные бани, нагретые до 40 и 70 ; или 50 и 80, или 60 и 90 , или 30 и 100 градусов °С и выдержать в течение 10 минут с момента достижения указанных температур в исследуемых смесях. (В каждую колбу опустить термометр). Описать консистенцию и окраску контрольного и прогретых образцов. Из всех образцов фарша извлечь водорастворимые белки путем перемешивания фарша с водой в аппарате для встряхивания. Для этого комочки прогретого фарша необходимо размять стеклянной палочкой с резиновым наконечником. К каждому образцу фарша прилить по 30 мл дистиллированной воды, Закрыть колбы резиновыми пробками и поставить в аппарат для встряхивания на 10 минут . После измельчения и перемешивания все пробы оставить на 10 минут для осаждения взвешенных частиц , после чего вытяжки профильтровать через складчатые бумажные фильтры в сухие конические колбы. Сравнить количество белков, извлеченных из образцов фарша. Для реакция осаждения в градуированные пробирки налить по 5 мл фильтрата, добавить по 2 мл 20%-ной сульфосалициловой кислоты, пробирки закрыть пробками, перемешать их содержимое и оставить на 20 минут. Отметить объем выпавших осадков. При рефрактометрическом определении белка в вытяжках, полученных из различных образцов фарша, исходят из того, что изменение коэффициентов преломления вытяжек обусловлено только белками. На призму рефрактометра наносят 2-3 капли фильтрата и снимают показания. Замер проводят три раза, рассчитывают среднее арифметическое значение.

Влияние различных факторов на переход коллагена в глютин.

Технология выполнения.

В качестве объектов исследований можно использовать мелко нарубленные реберные кости, а также пленки, полученные при зачистке говядины. Пленки тщательно освободить от мышечной ткани и пропустить через мясорубку. На технических весах отвесить 8 навесок по 25 гр. и перенести каждую в коническую колбу на (100-200) мл. В первые 6 колб долить по 50 мл воды, в 7-ую 40 мл воды и 10 мл 6% ной лимонной кислоты, а в 8-ую 45 мл воды и 5 мл 6%-ной лимонной кислоты. В 6,7 и 8 колбах измерить pH с помощью индикаторной бумаги и записать. Все колбы соединить с обратными холодильниками. 1, 2 и 3 колбы быстро довести до кипения и варить при слабом кипении одну пробу 30 минут, вторую – 45 минут, третью- 60 минут. Четвертую колбу поставить в водяную баню, нагретую до 90 градусов С и варить в течение одного часа, поддерживая температуру в бане около 90 градусов С. Пятую пробу варить при кипении в течение 1 часа. 6 , 7 и 8 колбы варить при кипении в течение 1 часа. По истечении указанного времени колбы отсоединить от холодильников. Содержимое колб быстро охладить под струей водопроводной воды. Содержимое колб перенести в мерный цилиндр и объем довести до 50 мл. и профильтровать через вату. Определить в каждом бульоне содержимое сухих веществ рефрактометрическим методом. Рассчитать количество глютина (X, %) в бульоне:

$$X = a \cdot 0,7V/m \quad (3)$$

где а – содержание сухих веществ в бульоне, определенное рефрактометрическим методом, % .

0,7 – коэффициент пересчета сухих веществ на глютин.

V - объем бульона , мл.

m - масса навески пленок, гр.

Результаты оформить в таблицу 1 приложения

Объяснить результаты исследований:

- установить зависимость продолжительности тепловой обработки на переход коллагена в глютин;
- определить влияние температуры на накопление глютина;
- выявить влияние реакции среды на переход коллагена в глютин.

Появление аномальной окраски мяса при тепловой кулинарной обработке.

Технология выполнения.

На технических весах отвесить рубленое мясо и другие продукты для приготовления котлет (2-х): говядина 37 гр.(две навески) ,хлеб пшеничный 9 гр (две навески) , сухари – 10 гр, жир для жарки – 6 гр. В цилиндры налить по 18 мл воды . В один из них добавить 10 капель гидрата окиси аммония , в другой (контроль) – 10 капель воды. Приготовить 2 котлетные массы (на воде и на растворе аммиака), разделить котлеты, запанировать , обжарить на сковороде и довести до готовности в жарочном шкафу. Жареные котлеты разрезать по высоте и сравнить цвет котлет на разрезе. От каждого образца отвесить по 10 гр. массы без корочки, растереть в ступках с водой (по 50 мл) и профильтровать через вату. Определить pH среды вытяжек. Сделать выводы по работе. На технических весах отвесить три кубика мяса по 20 гр. Навески мяса положить в химические стаканы, объемом 200 мл. В первый стакан налить 100 мл дистиллированной воды, во второй 50 мл 6%-ной уксусной кислоты и 50 мл воды, в третий прилить 100 мл воды и 0,3 гр. пищевой соды, размешать соду. Во всех стаканах определить pH среды по универсальной индикаторной бумаге. Стаканы с навесками поставить на плитку и варить до готовности. При выкипании бульонов добавить горячую дистиллированную воду. По окончании варки бульоны охладить, измерить pH среды, отметить цвет кусочков мяса в бульонах. Результаты оформить в таблицу 12 приложения В выводах указать влияние pH среды и присутствие аммиака на окраску мяса после тепловой обработки.

Контрольные вопросы:

1. Как меняются свойства белков мышечной ткани при тепловой обработке?
2. Как изменяется структура соединительных белков при тепловой обработке?
3. Какие факторы обуславливают размягчение мяса при тепловой обработке?
4. Факторы, обуславливающие переход коллагена в глютин.
5. Какие вещества обуславливают окраску мяса?
6. Почему меняется окраска мяса при тепловой обработке?
7. При каких условиях возникает аномальная (розовая) окраска в мясе после тепловой обработки?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ДЕНАТУРАЦИЮ И КОАГУЛЯЦИЮ БЕЛКОВ МЯСА.

Цель работы. Приобрести практический навык определения микроструктуры мяса на основе оптических методов.

Задачи. Подготовка ультратонких срезов мяса и прямое микроскопирование входящих в него тканей.

Объекты исследования. Образцы мышечной ткани разных видов убойных животных и птицы с фиксированным сроком хранения (рекомендуемые режимы хранения температуры 4 С, относительная влажность воздуха 80%)

Материалы, реактивы и оборудование. Нейтральный раствор формалина; спиртректификат объемной долей 50, 70, 96 % и абсолютный (безводный) этанол, смесь, этанолэфир (1:1); растворы целлоидина массовой долей 2,6,12 %, приготовленные на смеси спирта с эфиром; обезживающая жидкость; хлороформ, пихтовый бальзам; гематоксилин Эрлиха; водный (ли спиртовой) раствор соляной кислоты массовой долей 1%; раствор нашатырного спирта объемной долей 20-25%; водный раствор зозина массовой долей 1%; карбол-кислот; смесь Ван-Гизона; судан III и IV; колбы или широкогорлые пробирки; банки с широкими горлами и притертыми пробками; деревянные кубики колодки для наклеивания пропитанного целлоидином материала; микротом; микроскоп; фильтровальная бумага; предметное стекло; яичный белок с глицерином; препаровальная игла; покровное стекло.

Приготовление реактивов. Нейтральный раствор формалина. Для нейтрализации формалина наливают в стеклянную банку с притертой крышкой, на дно банки насыпают порошкообразный мел или магнезию(100 г на 1 дм³ формалина). Содержимое сосуда несколько раз взбалтывают. Через сутки формалин приобретает нейтральную реакцию. На практике исходный нейтральный раствор формалина принимают за 100%-ный и из него непосредственно перед фиксацией готовят необходимые рабочие растворы массовой долей 10 и 20% в соответствии с описанием метода. В качестве растворителя при этом используют водопроводную воду.

Растворы этанола (50 и 70 об.%). Чтобы получить раствор этанола с необходимой объемной долей спирта, исходный спирт- ректификат (96 об.%) разбавляют дистиллированной водой до объема 100 см³. необходимый для разведения объем исходного спирта определяют по формуле

$$X = \frac{a \cdot 100}{b}$$

Где а- необходимая объемная доля спирта; b –исходная объемная доля спирта.

Абсолютный спирт (безводный). Готовят из этанола объемной долей 96% путем извлечения из него воды с помощью обезвоженного сульфата меди (выход абсолютного спирта составляет 70%). Для обезвоживания кристаллический сульфат меди прокалывают в фарфоровой чашке, постоянно помешивая, до приобретения им белого цвета (можно пользоваться готовым безводным сульфатом меди). Прокаленный остывший сульфат меди засыпают в банку с широким горлом с раствором этанола (96 об %) небольшими порциями (5 % к объему этанола), а затем подсыпают его в небольшом количестве ежедневно в течение 3-4 сут до тех пор, пока сульфат меди перестанет менять цвет (останется белым). Приготовленный этанол хранят на осадке сульфата меди. Контроль проводят по признакам: порошок сульфата меди в абсолютном спирте не синее, а при добавлении ксилола спирт остается прозрачным.

Растворы целлоидина массовой долей 4-6 и 8-12 %. Готовят из смеси абсолютного этанола и чистого (медицинского) эфира в соотношении 1:1. Используют отмытую от эмульсии кино- или рентгеновскую пленку на нитроцеллюлоидной основе, которая почти не оставляет зольных остатков, после смывания с нее эмульсия прозрачна, имеет слегка желтоватый цвет и хорошо горит.

Для заливки материала в целлоидин в лаборатории необходимо иметь набор одинаковых банок с широкими горлами и притертыми пробками. Из них составляют рабочую батарею с растворами этанола объемными долями 50, 70, 96 и 100%, со смесью спирта с эфиром, растворами целлоидина I (массовая доля 4-6 %) и II (массовая доля 8-12 %).

Деревянные кубики- колодки для наклеивания пропитанного целлоидином материала. Готовят, как правило, из березы или бука. Колодки подвергают предварительной обработке с целью извлечения дубильных и красящих веществ для обеспечения длительного хранения блоков с наклеенным материалом в растворе спирта объемной долей 70 %. Для этого колодки сначала в течение нескольких часов вываривают в растворе соды массовой долей 2%, затем в течение нескольких недель или месяцев выдерживают в растворе этанола (70-96 об. %), периодически меняя его до тех пор, пока он не перестанет окрашиваться, и сушат в термостате.

Гематоксилин Эрлиха. 20 см³ раствора гематоксилина массовой долей 10% в растворе этанола объемной долей 96% 80 см³ раствора этанола объемной долей 96 %, 100 см³ глицерина, 3г алюмокалиевых квасцов помещают в банку с широким горлом вместимостью не менее 500 см³, завязывают марлей и оставляют на свету для созревания в течение недели.

Раствор эозина(массовой долей 0,25-0,5%). Сухой эозин растворяют в воде или растворе этанола объемной долей от 40 до 70 %.

Карбол- ксилол. В теплом сосуде смешивают 1 часть кристаллической карболовой кислоты (температура плавления 42 С) с 4-5 частями ксилола (или скипидара).

Смесь Ван-Гизона. Смесь гематоксилина Вейгарта с пикрофуксином.

Гематоксилин ВейгартаЕ смеси Вейгарта I и Вейгарта II.

Вейгарт I: раствор гематоксилина массовой долей 1% в растворе этанола (96 об. %).

Вейгарт II: 4 см³ раствора FeCl³· 6H₂O массовой долей 50%, 1 см³ концентрированной соляной кислоты плотностью 1,15-1,19 г/см³ и 9см³ дистиллированной воды.

Судан III(IV). К 0,5 г сухого судана прибавляют 100 см³ смеси, состоящей из раствора этанола (70 об.%) и ацетона, в соотношении 1:1, настаивают несколько дней при комнатной температуре, изредка взбалтывая, фильтруют и хранят в стеклянной таре.

Обезвоживающая жидкость. Может иметь один из рекомендуемых составов (см³) : 1) раствор этанола (96 об.%) - 50; ацетон-30; хлороворм-10; эфир-5; ледяная уксусная кислота-5; 2) этанол абсолютный-60; ацетон-20; хлороворм-10; эфир-10.

Методические указания. Метод разработан Всероссийским научно-исследовательским институтом мясной промышленности и рекомендован как ускоренный при анализе мяса, который в сочетании с органолептическими показателями позволяет в течение 40-60 мин получить полное представление о состоянии, степени свежести и созревания мяса. В настоящее время внедрен ГОСТ 50372-92 «Мясо. Метод гистологического исследования». Он позволяет раньше, чем физико-химические и биохимические методы, судить об изменениях, происходящих в тканях мяса в процессе прижизненных изменений, технологической обработки и хранения. Результаты гистологического анализа отличаются высокой достоверностью и в ряде случаев могут быть дополнены данными физико-химических, биохимических или других исследований.

Процесс гистологического исследования включает в себя следующие основные этапы: фиксацию образцов; подготовку проб к изготовлению срезов тканей; изготовление срезов (микротомирование); окраску и помещение срезов под покровное стекло; микроскопию готовых препаратов и обработку результатов исследования.

Фиксация- обработка материала с целью сохранения тканевой структуры такой, какой она была во время отбора образца, и предотвращения ее дальнейших изменений. Чаще всего для этой цели используют формалин (раствор формальдегида массовой долей 40%).

При фиксации материал промывают проточной водой. Это необходимо для удаления формалина перед дальнейшей обработкой, что обеспечивает равномерность дальнейшего окрашивания срезов.

Микротомирование необходимо для придания анализируемому материалу однородности и скрепления тканей. Обычно для этого используют замораживание (уплотняющая среда- замерзающая вода) или целлоидин.

Заклучение материала в целлоидин дает возможность получать более тонкие срезы, а также исследовать рыхлые, распадающиеся ткани. Заклучение срезов под покровное стекло предполагает предварительное окрашивание с целью оптического дифференцирования структурных элементов клеток и тканей. Для этого применяют различные красители, контрастные по цвету и избирательные к различным тканевым структурам. Различают два подхода к окрашиванию прогрессивный (срезы обрабатывают красителем до момента их достаточного окрашивания) и регрессивный (срезы сначала перекрашивают, а затем избыток красителя удаляют). В практике чаще применяют регрессивный способ окраски. Окрашенные срезы исследуют под микроскопом.

Подготовка проб. Образцы размером 30х30х30 мм и массой 35-40 г берут от мясной туши, полутуши или ее части. Во время отбора образцов одновременно оценивают органолептическое состояние исследуемого мяса и фиксируют данные в тетради.

Образец вырезают острым ножом перпендикулярно поверхности (в глубину мышц), чтобы одна из сторон образца была наружной поверхностью туши или ее части, а другая – поверхностью разруба или разреза. При этом избегают сдавливания мышц, обмывания и очистки этих поверхностей, а также прикосновения к ним посторонних предметов или пальцев рук. Каждый образец подлежит маркировке.

Для быстрой фиксации материала вырезанные из образцов пробы помещают в небольшую колбу или широкую пробирку, заливают четырьмя или пятью объемами нейтрального водного раствора формалина (объемной долей 10-20 %) и подогревают на пламени горелки, не доводя до кипения. При появлении пузырьков воздуха подогрев прекращают, содержимое осторожно встряхивают и снова подогревают до появления пузырьков воздуха. Так повторяют трижды.(в течение 1-2 мин). Критерием окончательной фиксации проб служит одинаковый серый цвет кусочков как на поверхности, так и в центре. При комнатной температуре для полной фиксации требуется 18-24 ч.

Порядок проведения анализа. Из фиксированного материала вырезают небольшие кусочки размером 10х5х4 мм, толщина проб не должна превышать 4 мм, а объем обезвоживающей жидкости должен составлять не менее 15-20 см³ на одну пробу.

Последовательно обезвоживают пробы в растворах этанола объемными долями 50,70, 96%(два раза) и абсолютном спирте в течение 24 ч, а затем пропитывают раствором целлоидина массовой долей 4-6 % (I) в течение 6-10 сут или 8-12 % (II)- 3-5 сут.

По окончании пропитывания пробы наклеивают на кубики и уплотняют в парах хлороформа или эфира. Для этого материал из густого целлоидина переносят непосредственно на деревянные кубики(целлоидин берут с избытком) и помещают в эксикатор, куда одновременно ставят одну- две открытые банки с хлороформом. По окончании уплотнения (4-6 ч) блоки переносят для хранения в раствор спирта (70 об.%). Изготавливать срезы из материала, заключенного в целлоидин, желательно через 10-24 ч, но не раньше 3-4 ч после помещения блоков в спирт.

Для ускорения процесса пробы исследуемых материалов толщиной 2 мм фиксируют и одновременно обезвоживают при 37 С последовательно в жидкостях: I-1 ч, II-1,5 ч; в абсолютном спирте -3 ч (первая порция-1,5 ч, вторая -1,5 ч), в смеси погружают в растворы целлоидина массовыми долями 2,6 и 12% на 18 ч каждый. Далее пробы наклеивают на деревянные кубики, подсушивают на воздухе в течение 20-40 мин и погружают для уплотнения в хлороформ на 30-40 мин. Хранят блоки в растворе спирта (70 об.%). Для изготовления тонких срезов применяют специальный прибор- микротом, который состоит из станины, микрометричного устройства, держателей пробы и ножа. Микротом закрепляют на краю стола, слева устанавливают баллон с диоксидом углерода вертикально вентилем вниз. Перед началом резки открывают вентиль баллона. Держатель ножа перемещают в направлении к себе до отказа и опускают микрометричный столик при помощи рукоятки микрометрического винта. Зафиксированную и промытую в воде пробу мяса кладут на столик микротомы и обильно смачивают водой из пипетки. В держателе закрепляют микрометричный нож и при помощи микрометрического винта поднимают предметный столик до соприкосновения образца мяса ножом. Нож отводят от себя, прижимая образец к столику, и начинают его замораживать, выпуская диоксид углерода небольшими порциями. Объект замораживают до появления металлического звука при постукивании по нему пинцетом или скальпелем. Краем ножа с одновременной подачей предметного столика при помощи микровинта вверх выравнивают поверхность образца. Затем нож возвращают в рабочее положение. Разрезание должно производиться средней частью лезвия ножа. Установив регулятор в положение 15 или 30 мкм, приступают к изготовлению срезов в плоскости, параллельной продольной оси мышечных волокон.

Полученные срезы снимают с ножа кисточкой или пальцем в направлении к лезвию и переносят в кристаллизатор с водопроводной водой на несколько секунд для расправления. Под неповрежденный срез быстро подводят предметное стекло, обработанное яичным белком с глицерином для наклеивания, и извлекают срез из воды, удерживая его на середине стекла препаративной иглой. Затем срез накрывают плотной сухой фильтровальной бумагой (3-4 слоя) и, проглаживая бумагу ребром ладони, наклеивают срез на предметное стекло. Затем срезы окрашивают, обезвоживают, осветляют и заключают в бальзам под покровное стекло.

При использовании санного микротомы целлоидиновый блок фиксируют на предметном столике специальным зажимом (продольная ось пробы должна располагаться параллельно продольной оси микротомы). (обычно угол 13-15). Предварительно рекомендуется выровнять поверхность целлоидинового блока. Нож и пробу во время разрезания постоянно смачивают раствором спирта (70 об.%). Полученные срезы кисточкой расправляют на микрометричном ноже, перемещают его к краю и, подхватывая снизу, переносят в раствор спирта (70 об.%)

Для быстроты и экономии реактивов при окрашивании используют 8 биологических стеклянных стаканов вместимостью 40см³ и высотой 85-90 мм с крышками, закрепленными в штативе. Переносить предметные стекла с наклеенными в штативе. Переносить предметные стекла с наклеенными срезами следует аккуратно, чтобы не перенести раствор из одного стакана в другой. В ходе окраски срезы промывают водой в больших чашках- кристаллизаторах.

Срезы, фиксированные целлоидином или замороженные, окрашивают по одной схеме. При этом важно выдерживать последовательность и время обработки (мин): гематоксилн Эрлиха- 3-5; водопроводная вода -1-2; водный или спиртовой (объемная долей этанола 70 об.%) раствор соляной кислоты массовой долей 1%-5-30; подкисленная аммиаком водопроводная вода (одна капля раствора нашатырного спирта объемной долей 10-25 % на 100 см³ воды- до приобретения срезом синего оттенка)- 2; водный раствор эозина массовой долей 1%-1; дистиллированная вода -1; раствор спирта

объемной долей 50%-1, 70%-1, 96%-1; карбол-ксилол -1; ксилол-1. Окрашенные препараты микропипируют. При этом фиксируют: ядра окрашены в темносиний, светло-синий или лиловый цвет, мышечные волокна и соединительнотканые прослойки принимают различные тона красного или розового цвета. При необходимости подробного изучения микроструктуры соединительных и жировых тканей используют избирательные методы окрашивания по Ван-Гизону и судану (III или IV). Схемы представлены ниже.

Для соединительных тканей (метод Ван-Гизона):

Гематоксилин Вейгерта (Эрлиха) 3-5 мин

Водопроводная вода 1 мин

Смесь Ван-Гизона 5-10 мин

Дистиллированная вода 1 мин

Этанол (96 об. %) 1 мин

Карбол-ксилол 1 мин

Ксилол 1 мин

Окрашенные срезы помещают под покровное стекло в пихтовый бальзам. В поле зрения наблюдают коллагеновые волокна, окрашенные в красный, протоплазму - в желтый, ядра - в коричневый или темно-синий цвет.

Для жировой ткани:

Этанол (70 об. %) 0,5-1,0 мин

Судан III или IV 5,0-20,0 мин

Окрашенные срезы промывают водопроводной водой (10-30 мин), помещают в гематоксилин Эрлиха или Майера (2-3 мин).

Переокрашенные в гематоксине срезы дифференцируют в водном растворе соляной кислоты массовой долей 1% (до розового цвета) и промывают в водопроводной воде (20-30 мин), перекладывают в дистиллированную воду (3-5 мин), извлекают на предметное стекло, наносят капли глицерина или глицерин-желатина и накрывают покровным стеклом.

В результате окраски жир приобретает оранжево-красный цвет, ядра – темно-синий.

Исследование препарата начинают с его просмотра при небольшом увеличении, а затем изменяют большее увеличение. Наблюдая в микроскоп, устанавливают параллельно шкалы объект- и окуляр-микрометров и совмещают их нулевые отметки. Затем определяют, сколько делений объект-микрометра точно совпадает с делениями окуляр-микрометра.

Цену деления окуляр-микрометра определяют по формуле

$$M = \frac{ac}{b}$$

Где а- отсчитанное число делений по шкале объект-микрометра, с- известное значение одного деления шкалы объект-микрометра (10 мкм), b – соответствующее число делений шкалы окуляр-микрометра.

Пример. В 32 делениях объект-микрометра полностью укладывается, 16 делений окуляр-микрометра, значение одного деления шкалы объект-микрометра известно: 0,01 мм или 10 мкм. Цена деления шкалы окуляр-микрометра составит

$$M = \frac{32 \cdot 10}{16} = 20 \text{ мкм}$$

Зная цену одного деления окуляр-микрометра при заданном увеличении, приступают к измерению объектов. При этом соответствующее длине измеряемого объекта число делений окуляр-микрометра необходимо умножить на 20 мкм (цена одного деления). Составляют протокол гистологических исследований, в котором приводят зарисовки и характеристику микроструктуры проб. При этом обращают внимание на состояние мышечных волокон, клеточных ядер, соединительнотканых образований, выраженность исчерченности мышечного волокна. Полученные данные сопоставляют с данными органолептической оценки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ**

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

Исследование свойств мяса и мясопродуктов

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

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

хотя бы одной незаменимой аминокислоты приводит к нарушению обмена, приостановке роста. Если в белке недостает хотя бы одной аминокислоты, то его считают неполноценным.

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

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

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

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

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

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

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

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

Способы определения содержания белка

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

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

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

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

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

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

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

Подготовка образцов для исследования

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

Остаток мышечной ткани после водной экстракции экстрагируют при постоянном перемешивании в течение 15 минут 10% раствором хлористого аммония в соотношении 1:3 и смесь фильтруют

через двойной слой марли. Экстракцию повторяют при 0.5 первоначального объема хлористого аммония, фильтруют. Объединенные фильтраты представляют собой солевой экстракт 3, который содержит миофибриллярные белки (миозин, актин, актомиозин) или глобулиновую фракцию белков мышц.

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

Ход исследования

1. Открытие альбуминов в водном экстракте

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

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

Биуретовая реакция. В пробирку 1 к 2 мл исследуемого раствора прибавить 2 мл 10% раствора NaOH и 2 капли раствора CuSO₄. При взбалтывании развивается фиолетовое окрашивание, которое указывает на наличие в исследуемом растворе пептидной группировки.

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

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

2. Открытие в без белковом водном экстракте органических безазотистых и азотистых экстрактивных соединений

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

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

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

3. Установление в без белковом водном экстракте минеральных веществ

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

б) ион SO₄²⁻ открывают добавлением к 3 мл экстракте раствора хлористого бария (1-10 капель). Образуется осадок сернокислого бария.

в) ион PO₄³⁻ открывают добавлением к 3 мл экстракта при нагревании в присутствии азотной кислоты молибденового аммония. Образуется желтый осадок фосфорномолибденового аммония.

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

Биуретовая реакция. В пробирку 1 вносят 2 мл солевого экстракта, прибавляют 2 мл 10% раствора NaOH и 2 капли 1% раствора CuSO₄. При взбалтывании получаем фиолетовое окрашивание, что указывает на наличие пептидных группировок.

Осаждение глобулинов:

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

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

5. Определение изоэлектрической точки белков солевого экстракта

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

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

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

Данные необходимо свести в следующую таблицу.

№ пробирок	1	2	3	4	5	6	
pH							
Изоэлектрическая точка							

Отметить степень помутнения раствора и указать изоэлектрическую точку белка.

6. Открытие желатина

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

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

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

Подготовка проб. Пробы продуктов измельчают на бытовой или электрической мясорубке. Затем пробу помещают в стеклянную банку с притертой пробкой вместимостью 200-400 см³, заполнив ее полностью, и хранят при температуре от 3 до 50С в течение 24ч.

Порядок проведения анализа: навеска продукта массой 2,0 0,2взвешивают на весах в стаканчике или в бюксе. Затем количественно переносят в фильтрующую делительную воронку, приливают 20 см³ экстрагирующей смеси, состоящей из хлороформа и этилового спирта в соотношении 2:1 и проводят экстракцию, встряхивая воронку в течении 2 мин. Если жир определяют в полукопченых, варено-копченых, сырокопченых колбасах, то перед проведением экстракции навеску нужно предварительно настоять с экстрагирующей смесью в течение 5 мин. Полученный экстракт с помощью водоструйного насоса отсасывают в присоединенный к воронке приемник, а из него в мерную колбу.

Затем проводят экстракцию, аналогичную первой, еще 2 раза, приливая не менее 10 см³ экстрагирующей смеси. По окончании третьей экстракции воронку и приемник ополаскивают 5 см³ экстрагирующей смеси. Все три экстракта и промывную жидкость, собранные в мерные колбы, доводят до метки экстрагирующей смесью. Смесь тщательно перемешивают. Затем отбирают пипеткой 20 см³ экстракта, используя резиновую грушу, и переносят в предварительно высушенную и взвешенную бюксу. Для удаления растворителя бюксу нагревают на водяной бане до исчезновения запаха растворителя. Бюксу с жиром сушат не менее 10 мин при температуре 103 2°С, охлаждают в эксикаторе над хлористым кальцием до комнатной температуры и взвешивают на весах. Массовую долю жира X в процентах вычисляют по формуле:

$$X = ((m_1 - m_2) \cdot 50 / m \cdot 20) \cdot 100$$

Где m₁ – масса бюксы с жиром, г

m₂ – масса бюксы с не липидной фракцией, г

m – масса навески, г.

Контрольные вопросы:

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

Лабораторная работа № 5

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТОЯНИЯ ВЛАГИ В МЯСЕ И МЯСОПРОДУКТАХ

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

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

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

Подготовка проб

Пробы мяса и продуктов освобождают от оболочек и измельчают.

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

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

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

Подготовленную пробу помещают в стеклянную банку с притертой пробкой вместимостью 200-400 см³, заполнив ее полностью, и хранят при температуре от 3 до 5 оС в течение 24 ч.

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

С содержанием жира в мясе тесно связано содержание влаги и сухих веществ: чем выше содержание жира, тем соответственно меньше в мясе влаги и больше сухих веществ. Содержание в мясе белков в меньшей степени связано со степенью его жирности. Влажность продуктов – весьма важный показатель при оценке качества мясных продуктов, который влияет на сохранность, выход, консистенцию и другие технологические характеристики.

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

В предварительно высушенную до постоянной массы пустую бюксу, помещают 5 г продукта, взвешивают с точностью до 0,0002 г и сушат в сушильном шкафу при температуре 100-105 °С. Первое взвешивание проводят через 1-3 часа высушивания, а последующие, через 30 минут до тех пор, пока разница между двумя взвешиваниями после повторного высушивания не будет превышать 0,001-0,005 г, а при содержании влаги до 2 % не более 0,0002 г. Перед взвешиванием бюксу охлаждают 20-25 минут в эксикаторе. Общая продолжительность высушивания в этих условиях до 5-7 часов. Содержание влаги X (%) рассчитывается по формуле:

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

где M₁- масса навески с бюксой до высушивания, г;

M₂- масса навески с бюксой после высушивания, г;

M- масса пустой бюксы, г;

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

Определение водосвязывающей способности мяса методом прессования планиметрическим

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

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

Порядок выполнения работы.

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

Сверху навеску накрывают такой же пластинкой, как и нижняя, устанавливают на нее груз массой 1кг и выдерживают в течение 10 минут. После этого фильтр с навеской освобождают от груза и нижней пластинки, а затем карандашом очерчивают контур пятна вокруг спрессованного продукта.

Внешний контур вырисовывается при высыхании фильтровальной бумаги на воздухе. Площади пятен, образованных спрессованным продуктом и адсорбированной влагой измеряют планиметром или с помощью трафарета. Размер влажного пятна (внешнего) вычисляют по разности между общей площадью пятна и площадью пятна, образованного продуктом.

Экспериментально установлено, что 1 см² площади влажного пятна фильтра соответствует 8,4 мг воды.

Содержание связанной воды вычисляют по формуле:

$$X_1 = (A - 8,4 \cdot B) \cdot 100 / M_0,$$

где X_1 – содержание связанной влаги, % к мясу;

A – общее содержание влаги в навеске, мг;

B – площадь влажного пятна, см²;

M_0 – масса навески мяса.

$$X_2 = (A - 8,4 \cdot B) \cdot 100 / A,$$

где X_2 – содержание связанной влаги, % к общей влаге.

6. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины

При изучении конкретного раздела дисциплины, из числа вынесенных на лекционные и практические занятия, обучающемуся следует учитывать изложенные ниже рекомендации. Обратите на них особое внимание при подготовке к аттестации.

Работа по теме прежде всего предполагает ее изучение по учебнику или пособию. Следует обратить внимание на то, что в любой теории, есть либо неубедительные, либо чересчур абстрактные, либо сомнительные положения. Поэтому необходимо вырабатывать самостоятельные суждения, дополняя их аргументацией, что и следует демонстрировать на семинарах. Для выработки самостоятельного суждения важным является умение работать с научной литературой. Поэтому работа по теме кроме ее изучения по учебнику, пособию предполагает также поиск по теме научных статей в научных журналах по праву. Такими журналами являются: **Хранение и переработка сельхозсырья, Вопросы питания и др.** Выбор статьи, относящейся к теме, лучше делать по последним в году номерам, где приводится перечень статей, опубликованных за год.

Самостоятельная подготовка предполагает использование ряда методов.

1. Конспектирование. Конспектирование позволяет выделить главное в изучаемом материале и выразить свое отношение к рассматриваемой автором проблеме.

Техника записей в конспекте индивидуальна, но есть ряд правил, которые могут принести пользу его составителю: начиная конспект, следует записать автора изучаемого произведения, его название, источник, где оно опубликовано, год издания. Порядок конспектирования:

- а) внимательное чтение текста;
- б) поиск в тексте ответов на поставленные в изучаемой теме вопросы;
- в) краткое, но четкое и понятное изложение текста;
- г) выделение в записи наиболее значимых мест;
- д) запись на полях возникающих вопросов, понятий, категорий и своих мыслей.

2. Записи в форме тезисов, планов, аннотаций, формулировок определений. Все перечисленные формы помогают быстрой ориентации в подготовленном материале, подборе аргументов в пользу или против какого-либо утверждения.

3. Словарь понятий и категорий. Составление словаря помогает быстрее осваивать новые понятия и категории, увереннее ими оперировать. Подобный словарь следует вести четко, разборчиво, чтобы удобно было им пользоваться. Из приведенного в УМК глоссария нужно к каждому семинару выбирать понятия, относящиеся к изучаемой теме, объединять их логической схемой в соответствии с вопросами семинарского занятия.

Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса

Тема 1.1. Строение, состав и свойства мышечной ткани. Морфологический и химический состав

Основным структурным элементом мышечной ткани является *мышечное волокно*, представляющее собой длинную многоядерную клетку. Диаметр волокна может быть от 10 до 100 мкм, длина зависит от длины мышцы. Поверхность мышечного волокна покрыта эластичной двухслойной оболочкой - *сарколеммой* (рис.). Внутри волокна по его длине расположены длинные нитеподобные образования - *миофибриллы* занимающие 60-65 % объема клетки. Они являются сократительными элементами мышечного волокна. Внутри клетки расположены также *ядра*, *митохондрии*, *рибосомы*, *лизосомы* и другие органеллы. Все эти структурные элементы окружены *саркоплазмой* - по-лужидкой частью клетки, занимающей 35-40 % ее внутреннего объема. Мышечные волокна разделены тончайшими прослойками соединительной ткани - *эндомизием*, который связан с сарколеммой. Группа мышечных волокон образует первичный мышечный пучок, окруженный соединительнотканной оболочкой - внутренним *перимизием*. Первичные пучки объединяются в пучки вторичные, третичные, которые в совокупности образуют мышцу (мускул).

Мышца также окружена оболочкой - *эпимизием* или *фасцией*. Мышцы можно отделять друг от друга по фасциям. Содержание в мясе этих соединительнотканых образований имеет важное значение для его консистенции. В перимизии и эпимизии мышц упитанных животных находятся жировые клетки, образующие «мраморность» на разрезе мяса.

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.

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

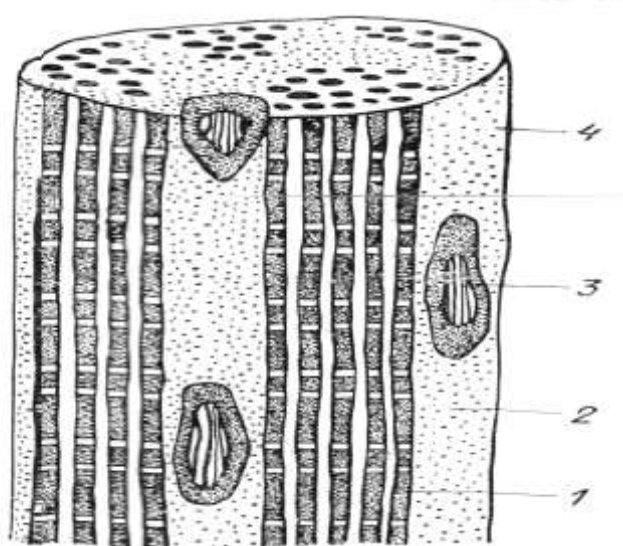


Рис. 1. Схема строения мышечного волокна:

- 1 - миофибриллы;
2 - саркоплазма; 3 - ядра;
4 - сарколемма

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

Миоген. Его характеристика:

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

Глобулин X. Его характеристика:

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

Миоальбумин. Его характеристика.

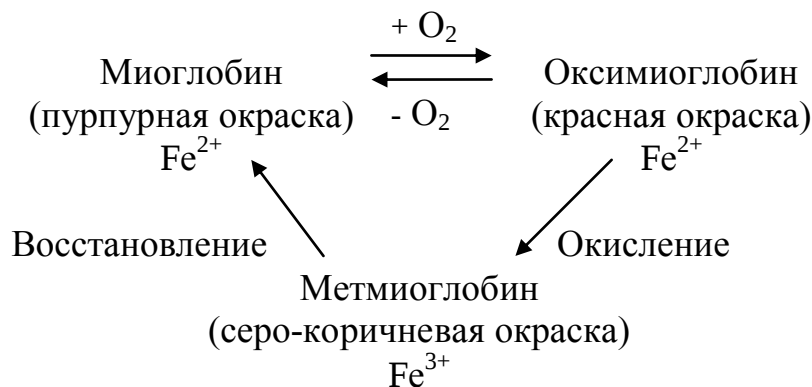
- составляет 1-2 % от суммы белков мышечной ткани;
- по физико-химическим свойствам - альбумин;
- хорошо растворяется в воде;
- изоэлектрическая точка $pH=3,0-3,5$;
- температура денатурации $45-47^{\circ}C$;
- полноценный белок.

Миоглобин. Его характеристика:

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

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

Цвет миоглобина определяется окраской гема, который зависит от валентности железа. У нативного миоглобина железо в геме двухвалентное, белок окрашен в красный цвет. Окисление железа до трехвалентного сопровождается изменением окраски гема с образованием серо-коричневых оттенков разной интенсивности. Миоглобин способен обратимо связывать кислород без окисления гема (прижизненная функция миоглобина). Эта форма белка носит название - *оксимиоглобин*. Длительное воздействие кислорода и других окислителей приводит к окислению миоглобина с образованием формы пигмента - *метмиоглобина*, имеющего серо-коричневую окраску. Метмиоглобин может быть вновь восстановлен в миоглобин. Процесс восстановления представлен на рисунке.



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

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

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

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

Саркоплазматические белки мышечной ткани. Характеристика:

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

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

Миозин. Его характеристика:

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

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

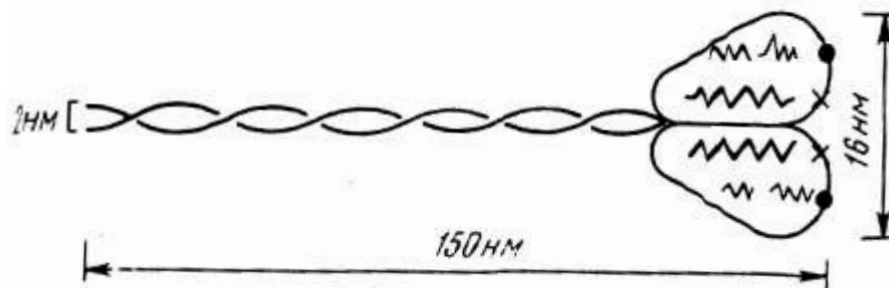
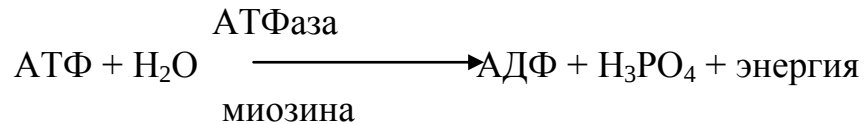


Рис. 2. Строение молекулы миозина

Соединяясь «хвост к хвосту», молекулы миозина образуют толстые нити (А-диски) миофибрилл. Важнейшим свойством миозина является его способность катализировать расщепление АТФ:



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

Актин. Его характеристика:

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



Молекулы
G-актина

Рис.. Схема
строения F-актина

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

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

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

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

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

Актомиозин растворим в растворах солей высокой концентрации. Температура денатурации белка $42-48^\circ\text{C}$.

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

Миофибриллярные белки мышечной ткани. Характеристика:

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

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

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

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

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

Белки стромы. Характеристика:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Биологическая ценность мышечной ткани определяется полноценностью и высокой усвояемостью мышечных белков. Мышечная ткань играет важнейшую роль в формировании органолептических показателей качества мяса и изделий из него.

Характеристика мышечной ткани:

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

Контрольные опросы:

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

Тема 1.2. Строение, состав и свойства жировой ткани. Морфологический и химический состав

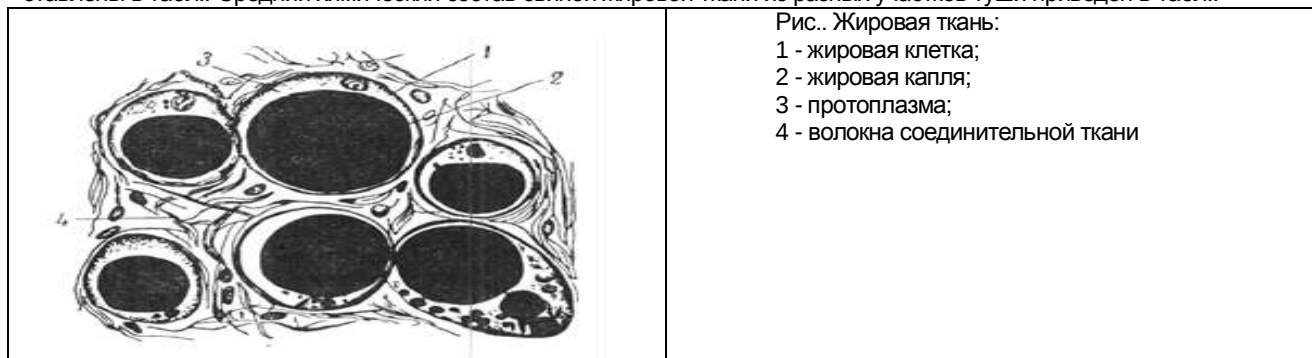
Жировая ткань является разновидностью рыхлой соединительной ткани, в которой жировые клетки образуют большие скопления. Жировая клетка имеет все свойственные клетке органеллы, но основной ее объем занимает жировая капля. Жировые клетки при этом увеличиваются и могут занимать все пространство между соединительнотканными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

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

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

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

Химический состав жировой ткани зависит от вида, возраста, породы, пола, упитанности животного, кормового рациона, анатомического расположения ткани. Данные о химическом составе говяжьей и свиной жировой ткани представлены в табл.. Средний химический состав свиной жировой ткани из разных участков туши приведен в табл..



Таблица

Химический состав ткани (около-почечной)	Содержание составных частей в ткани, %	
	Крупного рогатого скота	Свиней
Влага	2,0-21,0	2,6-9,8
Белок	0,76-4,2	0,39-7,2
Жир	74,0-97,0	81,0-97,0

Зола	0,08-1,0	-
------	----------	---

Таблица

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

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

Животные жиры представляют собой смесь одноокислотных и разноокислотных триглицеридов. В состав триглицеридов тканевых жиров входят преимущественно жирные кислоты, содержащие 16-18 углеродных атомов. При этом в животных жирах количественно преобладают пальмитиновая, стеариновая и олеиновая жирные кислоты. Содержание полиненасыщенных жирных кислот в животных жирах относительно низкое.

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

Таблица

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

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

В небольших количествах в животных жирах содержатся витамины А, Е и Д. Каротин, витамин А, Е являются природными антиокислителями. Белковые вещества жировой ткани, содержащиеся в небольшом количестве, являются в основном белками соединительной ткани: коллаген, эластин, муцины, в меньшем количестве альбумины и глобулины. Из ферментов для жировой ткани наиболее характерны *липазы*, катализирующие гидролиз жиров.

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

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

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

Процессы образования и разрушения водно-жировых дисперсионных систем имеют большое практическое значение. Очень важен процесс эмульгирования жира при куттеровании фарша в ходе производства эмульгированных мясоспродуктов (вареные колбасы и др.). Способность жиров к эмульгированию играет решающую роль в усвоении их организмом. В этом смысле качество и пищевая ценность жира тем выше, чем лучше и легче он эмульгируется.

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

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

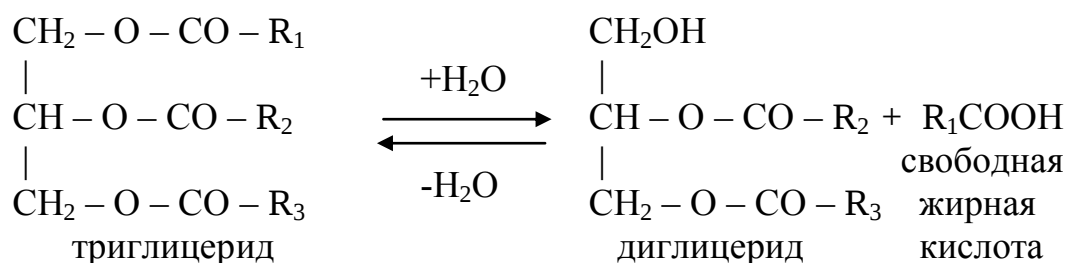
Животные жиры различного происхождения отличаются по *температуре плавления*. Температура плавления жира будет тем ниже, чем больше в его составе непредельных и чем меньше насыщенных жирных кислот, особенно стеариновой, поэтому температура плавления бараньего жира, содержащего до 62 % насыщенных кислот,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

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

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

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

1 ступень



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

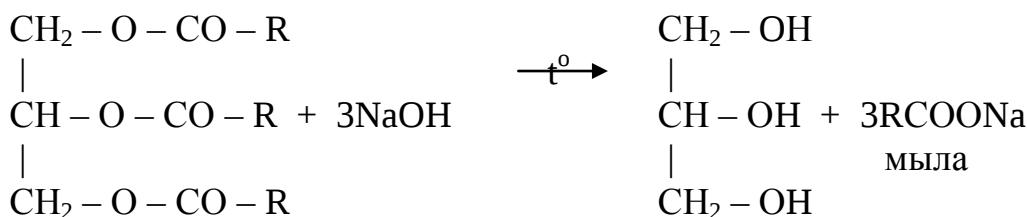
Количество свободных жирных кислот влияет также на *скорость окислительной порчи* жира. Чем выше кислотное число, тем быстрее портится жир при хранении.

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

$R - \dot{C}H - CH = CH - CH_2 \dots - COOH$ (RH)
Свободная жирная кислота

$R - CH - \dot{C}H = CH - CH_2 \dots - COOH$ (R')
Радикал жирной кислоты

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

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

Рассмотрим схему разветвленной цепной реакции окисления:

1) $RH + O_2 \rightarrow R' + HO_2\cdot$ - зарождение цепи (образование свободного радикала R');

2) $R' + O_2 \rightarrow RO_2\cdot$ - продолжение цепи;

$RO_2\cdot + RH \rightarrow ROOH + R'$

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

3) $ROOH \rightarrow RO\cdot + OH\cdot$ - разветвление цепи.

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

Оба радикала очень активны и окисляют новые молекулы.

$RH + RO\cdot \rightarrow ROH + R'$ - продолжение разветвленной цепи.

4) $R' + R'$ и $RO_2\cdot + R' \rightarrow$ неактивные продукты - обрыв цепи.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$R' + A \rightarrow A' + R$

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

$A' + O_2 \rightarrow AO_2$

К антиокислителям предъявляют следующие требования:

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

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

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

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

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

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

Контрольные вопросы:

1. Морфологический состав и строение жировой ткани
2. Химический состав жировой ткани
3. Свойства жиров
4. Пищевая и промышленная ценность жировой ткани

Тема 1.3. Строение, состав и свойства соединительной, костной и хрящевой тканей мяса

Соединительная ткань очень распространена в животных организмах и все ее разновидности составляют около 50 % массы туши животного. Соединительная ткань выполняет различные прижизненные биологические функции: участвует в построении разнообразных тканей и органов животного и его скелета, объединяет отдельные части организма, участвует в передаче механических усилий, играет защитную роль и роль запасного депо жировых веществ.

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

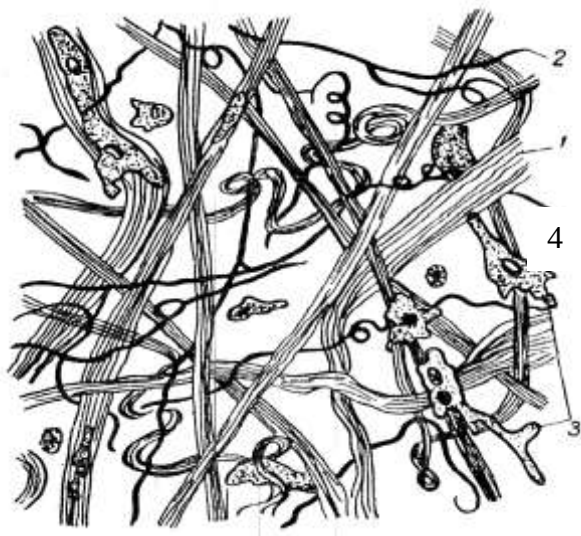


Рис. 4. Соединительная ткань:

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

Располагаемые в межклеточном веществе волокна могут быть трех видов и различаются по строению и 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* и *слизистую*.

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

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

Рыхлая соединительная ткань содержит много клеточных элементов. Она главным образом, связывает другие ткани и мышцы между собой, а также кожу с поверхностной фасцией. К разновидности рыхлой соединительной ткани относят *жировую* (см. раздел 2) и *ретикулярную*. В ретикулярной ткани ретикулиновые волокна образуют густую сеточку, пронизывающую основное вещество. Ретикулярная ткань образует строму кроветворных органов: костного мозга, лимфатических узлов, селезенки.

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

Таблица

Химический состав соединительной ткани	Содержание составных частей, %	
	Плотная ткань (сухожилия)	Эластическая ткань (вейная связка)

Вода	62,9	57,6
Липиды	1,0	1,1
Белки:		
• коллаген	31,6	7,5
• эластин	1,6	31,7
• прочие	1,5	1,1
Экстрактивные вещества	0,9	0,8
Неорганические вещества	0,5	0,5

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

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 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 *неполюценным* белком.

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

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

Четвертичная структура. В результате агрегации молекул тропоколлагена в продольном и поперечном направлениях происходит формирование надмолекулярной структуры коллагена - *протофибрилл*, представляющих собой тончайшие 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 растворах 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, трудноразрушимым 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 неполюценным 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. Гидролизруется фицином, папаином, эластазой - ферментным препаратом из поджелудочной железы. Эластин нерастворим в воде и в отличие от коллагена не набухает в ней. При варке не образует глютин и не поддается действию пепсина и трипсина, т.е. практически не усваивается организмом. Ретикулин входит в состав ретикулиновых волокон соединительной ткани - самых малочисленных в организме животного. Ретикулин является неполноценным белком и практически не усваивается организмом.

Муцины и мукоиды - сложные белки (гликопротеиды) - имеются в соединительной ткани в небольшом количестве. В качестве протестической 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, застудняющих 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.

Контрольные вопросы:

1. Разновидности соединительной ткани
2. Особенности строения и состава собственно соединительной ткани
3. Строение и свойства белков соединительной ткани
4. Пищевая и промышленная ценность соединительной ткани

Тема 1.4. Строение, состав и свойства покровной ткани и ее производных

Покровная ткань - кожа (шкура) - наружная оболочка тела животного, покрытая у млекопитающих волосом, у птиц - перьями. Кожный покров выполняет при жизни животного защитную функцию, функции органа выделения и органа осязания. В коже имеются потовые, сальные железы и волосные луковицы. К производным покровной ткани относятся роговые образования: волос, шерсть, щетину, перо, пух, рога, копыта, когти и т. п.

Собственно кожа (шкура) состоит из трех слоев: наружного - *эпидермиса* (1-2 % от толщины шкуры); среднего - *дермы* (более 80 % толщины шкуры); нижнего - *подкожной клетчатки* (около 15 % толщины шкуры).

Эпидермис построен из эпителиальных клеток, ороговевших на поверхности. Дерма - основной слой шкуры. Она состоит из двух слоев: верхнего сосочкового и нижнего сетчатого. Сосочковый слой построен из рыхлой соединительной ткани, в которой расположены кровеносные сосуды, нервный аппарат.

Сетчатый слой дермы представляет собой плотную соединительную ткань, построенную из переплетающихся пучков коллагеновых волокон, среди которых расположены отдельные эластиновые волокна. Остальное пространство заполнено бесструктурным основным веществом. Подкожная клетчатка представляет собой рыхлую соединительную ткань. Она соединяет основу кожи с фасциями и мышцами.

Каждый слой шкуры имеет особый химический состав.

Белковый состав основной части шкуры - дермы - составляет: коллаген - 33,2 % от массы шкуры; эластин - 0,34 %; альбумины и глобулины - 0,70 %; мукоиды - 0,16 %.

Основные компоненты дермы - белки соединительной ткани. Специфическим белком шкуры и ее производных является *кератин*, химический состав и свойства которого зависят от происхождения. Кератин входит в состав эпидермиса шкуры, из кератинов построены ее производные: рога, копыта, волос, шерсть, щетина, пух, перо и т. д.

Кератины - очень прочные и устойчивые белки. Они нерастворимы в воде, растворах солей, кислот, органических растворителей, не гидролизуются под действием пищеварительных ферментов. Такая устойчивость объясняется своеобразным сочетанием аминокислот и строением белка.

В отличие от других белков кератины богаты остатками серосодержащей аминокислоты цистина, способной образовывать поперечные дисульфидные связи (-S-S-) между соседними полипептидными цепями. Эти связи ковалентные, и поэтому обладают большой прочностью.

Кератинсодержащее сырье содержит 7-9 % влаги, 0,5-3 % жира, 85-90 % белка. По аминокислотному составу кератин является полноценным белком.

Разрыв дисульфидных и других связей в кератине с образованием смеси полипептидов, дипептидов и свободных аминокислот достигается в ходе гидролиза при высокой температуре (больше 130 °С), кислотного и щелочного гидролиза. Особенности состава и свойств покровной ткани и ее производных определяют направления их использования. Шкуры животных применяют для получения кожевенного и шубно-мехового сырья.

Наличие большого количества коллагена в дерме шкур позволяет использовать их краевые участки для изготовления желатина, искусственных белковых оболочек. Свиная шкурка, оставляемая на свиных полутушах при обработке свиней методом шпарки, нашла применение при производстве широкого ассортимента мясных продуктов как белковое сырье.

Рога, копыта, перо применяются для производства предметов широкого потребления (пуговиц, художественных изделий и т. п.). На основе гидролиза кератинсодержащего сырья возможно получение смесей аминокислот, поверхностно-активных веществ для изготовления противопожарных жидкостей (пенообразователь), кормовой муки и др.

Контрольные вопросы:

1. Строение, состав и свойства
2. Направления использования

Тема 1.5. Состав и свойства крови

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

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

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

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

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

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

Таблица

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

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

Таблица

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

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

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

В крови содержится большое число физиологически активных веществ: ферменты, гормоны, витамины. Весьма разнообразный и сложный химический состав крови связан с ее прижизненными биологическими функциями.

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

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

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

В крови гемоглобин может находиться в трех формах:

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

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

Плотность крови и ее фракций различна и составляет в среднем:

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

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

При определенных условиях гемоглобин крови может переходить из эритроцитов в плазму и, растворяясь в ней, окрашивать ее в красный цвет. Это явление называется *гемолизом*. Гемолиз происходит под действием различных факторов, приводящих к разрушению оболочки эритроцитов. Это может быть снижение осмотического давления окружающей среды (например, за счет разбавления крови водой), механическое воздействие, воздействие органиче-

ских растворителей и др. В технологической практике гемолиза следует избегать при получении плазмы или сыворотки крови. При получении красителей пищевых, наоборот, проводят гемолиз для освобождения пигмента - гемоглобина из эритроцитов.

При температуре около 60 °С начинается денатурация гемоглобина, сопровождающаяся изменением цвета крови за счет образования бурых ге-матиннов.

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

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

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

В процессе свертывания крови участвуют ферменты, белки, ионы кальция, называемые факторами свертывания. Торможение или предотвращение процесса свертывания крови базируется на знании *механизма свертывания*. Рассмотрим упрощенную схему свертывания крови. Процесс свертывания крови можно условно разделить на три стадии.

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

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

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

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

Принцип действия стабилизаторов *первого типа* связан с выведением из системы свертывания отдельных компонентов, необходимых для превращения неактивных ферментов в их активные формы (например, декальцинирование крови за счет связывания ионов кальция в нерастворимые или малорастворимые комплексы). Для этого используют фосфаты, оксалаты, цитраты и другие соединения.

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

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

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

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

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

Пищевая ценность крови определяется достаточно высоким содержанием белка (16-18 %), по которому она близка к мясу. Однако более 60 % белков крови составляет неполноценный гемоглобин, поэтому биологическая ценность крови ниже, чем у мяса.

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

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

Основой лечебной продукции, вырабатываемой из крови, являются белки, содержащие металлы (например, железо) в органически связанной форме. Из форменных элементов и цельной крови вырабатывают гематоген, гемостимулин и другие препараты.

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

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

Контрольные вопросы:

1. Морфологический состав крови
2. Химический состав крови и ее фракций
3. Свойства крови

Тема 1.6. . Характеристика мяса как объекта технологии

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

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

Количественное соотношение тканей в мясе определяет его качество: химический состав, пищевую ценность и свойства мяса. *Качество мяса* характеризуется пищевой и биологической ценностью, санитарно-гигиеническими показателями и функционально-технологическими свойствами.

Пищевая ценность мяса определяется химическим составом: содержанием белков, жиров, экстрактивных веществ, витаминов группы В, макро- и микроэлементов; энергетической ценностью и органолептическими свойствами. *Биологическая ценность* мяса характеризует качество белковых веществ по содержанию и сбалансированности незаменимых аминокислот и перевариваемости белка, а также качество жиров по содержанию полиненасыщенных жирных кислот и по перевариваемости жиров.

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

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

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

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

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

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

Для мяса, являющегося сырьем для изготовления широкого ассортимента мясных продуктов, важное значение имеют *функционально-технологические* свойства (ФТС). Они определяют поведение белка как основного компонента в сложных мясных системах во взаимодействии с другими составляющими (жир, вода, минеральные вещества и др.) под влиянием различных технологических факторов. Под ФТС понимают совокупность показателей: величину pH, водосвязывающую, эмульгирующую, жиросвязывающую, гелеобразующую способности; растворимость в воде, солевых растворах и другие свойства мяса.

По ФТС можно судить о степени приемлемости мяса для производства мясных продуктов определенной ассортиментной группы. Важно отметить, что качество получаемого при убое и переработке животных мяса может существенно изменяться под влиянием различных факторов, которые могут быть объединены в следующие группы:

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

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

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

Таблица

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

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

Таблица

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

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

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

Для свинины характерна более нежная консистенция. В ней меньше, чем у говядины соединительной ткани, и она менее грубая, легче разваривается. Свинина имеет повышенное содержание жира, который содержит больше полиненасыщенных жирных кислот и лучше усваивается, чем говяжий и бараний. Благодаря этому промышленное значение свинины определяется содержанием как мышечной, так и жировой ткани. Технологическое значение говядины заключается в наличии водо- и солерастворимых белков.

Различные виды мяса отличаются содержанием и составом экстрактивных веществ, что оказывает влияние на специфичность вкуса и аромата мяса. Особенности количественного соотношения мягких тканей говядины, свинины, баранины определяют некоторые различия в аминокислотном составе мяса. Существенной разницы в перевариваемости белков разных видов мяса не установлено. Коэффициент усвояемости организмом человека мяса говядины в среднем составляет 82-83 %. Мясо птицы содержит меньше соединительной ткани, чем мясо животных. Его биологическая ценность выше, оно легче переваривается, чем мясо животных. В жире птицы больше полиненасыщенных жирных кислот, чем в жире животных. Таким образом, можно отметить, что видовой фактор оказывает существенное влияние на качество мяса.

Влияние возраста. С возрастом изменяется морфологический и химический состав мяса, его физико-химические и органолептические свойства. В процессе роста животных и птицы в мясе повышается содержание жира и уменьшается количество влаги. Нарастает жесткость мяса вследствие утолщения мышечных волокон, увеличения доли эластиновых волокон в соединительной ткани и упрочнения коллагеновых волокон, что снижает степень гидротермического распада коллагена. По этой причине мясо молодых животных отличается более нежной консистенцией после тепловой обработки.

Мясо молодых животных отличается также более светлой окраской. У свиней максимальные качественные характеристики формируются в основном к 8-ми месяцам, у КРС - в возрасте от 12 до 18 месяцев. Для обеспечения относительной идентичности в качественных показателях мяса КРС при убойе 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 степень развития мышечной и жировой тканей и их соотношением. С повышением упитанности животных и птицы увеличивается содержание в туше мякотной части и наиболее ценных мышечной и жировой тканей.

При этом в общем количестве белков мяса падает доля коллагена и эластина и повышается содержание полноценных белков. Упитанность влияет также на содержание в мясе многих других веществ. Например, содержание *гликогена* в мясе КРС средней упитанности составляет около 460 мг %, а в мясе тощих животных - лишь около 190 мг%.

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

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

Например, в поясничном мускуле соединительная ткань представлена тонкими коллагеновыми волокнами, расположенными между мышечными пучками в виде параллельных нитей. Эластиновых волокон мало. В результате эта мышца отличается высокой нежностью. Соединительная ткань наружного грудного мускула имеет ромбовидное плетение и образует сильно развитый перимизий, коллагеновые волокна значительной толщины и сложного переплетения, много эластиновых волокон. Все эти факторы в совокупности определяют повышенную жесткость данного мускула.

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

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

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

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

Контрольные вопросы:

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

Раздел 2. Автолитические изменения мяса

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

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

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

Парное мясо (3-4 час после убоя) характеризуется нежной консистенцией. В течение первых суток после убоя развитие посмертного окоченения (при 0-4 °С) приводит к росту механической прочности мяса. На стадии разрешения окоченения (после 2-х суток автолиза при 0-4 °С), а также при созревании происходит улучшение консистенции мяса.

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

После убоя ресинтез гликогена в мясе не осуществляется в связи с отсутствием поступления кислорода, и начинается его анаэробный распад по пути фосфоролиза и амилолиза (рис. 6) с образованием молочной кислоты и глюкозы. Через 24 часа гликолиз приостанавливается вследствие истощения запасов АТФ и накопления молочной кислоты, подавляющей фосфоролиз. Важнейшим следствием гликолиза является сдвиг pH мышечной ткани в кислую сторону за счет накопления органических кислот (рис.). К моменту максимального развития посмертного окоченения (около 24 час автолиза при 0-4 °С) величина pH достигает минимального значения (5,5-5,6). По мере развития окоченения медленно возрастает на 0,1-0,2, не достигая величины pH парного мяса, и стабилизируется на уровне 5,6-5,8.

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



Рис. Анаэробный распад гликогена

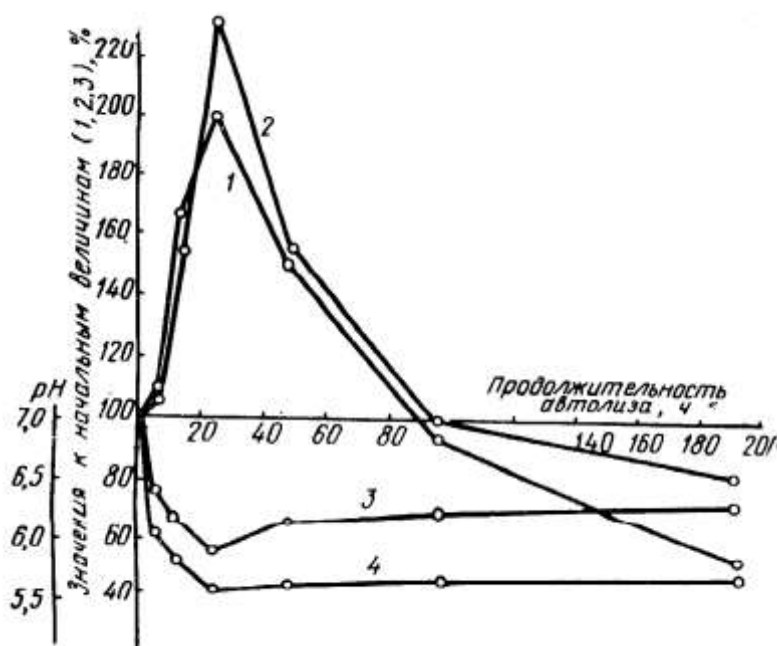


Рис. Изменение свойств мышечной ткани в процессе автолиза (при 0-4 °C); 1 - усилие резания; 2 - напряжение среза; 3 - ВСС; 4 - pH среды

Величину pH мяса можно достаточно точно и просто измерить с помощью pH-метров, что позволяет отслеживать стадии автолиза, выявлять мясо с нетрадиционным характером автолитических изменений. Величина pH мяса является важнейшим показателем его качества, так как изменения в процессе автолиза влекут за собой существенные практические последствия, а именно:

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

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

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

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

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

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

Результатом сокращения волокон является нарастание жесткости мяса, уменьшение эластичности и ВСС. Таким образом, снижение ВСС в период посмертного окоченения обусловлено не только сдвигом pH среды к изоэлектрической точке мышечных белков, но и уменьшением числа гидрофильных центров сократительных белков в связи с образованием актомиозина. Динамика изменения ВСС и прочностных свойств мышечной ткани в ходе автолиза показана на рис.

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

Таким образом, важнейшими последствиями окоченения мышц являются:

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

Посмертное окоченение мяса сопровождается снижением его качества за счет ухудшения органолептических, технологических свойств и биологической ценности. Механизм дальнейших изменений миофибриллярных белков, приводящий к разрешению окоченения, еще не полностью изучен. Однако установлено, что на первых стадиях созревания происходит частичная диссоциация актомиозина, сопровождающаяся расслаблением мышц и ростом ВСС (см. рис.). Кроме того, на этапе разрешения окоченения возможно начинаются процессы протеолиза белков с участием *катепсинов*, что также способствует снижению прочности мышечных волокон. Далее в процессе созревания мяса процессы протеолиза выступают на первый план и их интенсивность определяется количеством протеолитических ферментов в мышечной ткани и их активностью, на которую положительно влияет подкисление ткани в ходе автолиза и частичное разрушение мембран лизосом.

Процесс созревания мяса - это совокупность изменений его свойств, обусловленных развитием автолиза, в результате которых мясо приобретает хорошо выраженный аромат, вкус, становится мягким и сочным, более доступным действию пищеварительных ферментов по сравнению с мясом на стадии окоченения. Важно отметить, что превращение белков от момента убоя до стадии разрешения окоченения несет в основном *конформационный характер* (изменяется пространственная структура белка). Созревание мяса связано с процессом *гидролиза* белков.

Основными последствиями созревания мяса являются:

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

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

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

Парное мясо характеризуется высокими технологическими свойствами: водосвязывающей, эмульгирующей способностью, максимальной развариваемостью коллагена, поэтому парное мясо целесообразно использовать при производстве эмульгированных (вареных) колбас и вареных штучных изделий из мяса. При этом обеспечивается высо-

кий выход продукции и снижается вероятность образования дефектов при тепловой обработке. Использование парного мяса дает существенные преимущества и с экономических позиций вследствие исключения потерь и энергозатрат на холодильную обработку. Однако следует помнить, что работа с парным мясом требует оперативности (интервал времени от убоя животного до термообработки продуктов не должен превышать 3 час). В противном случае необходимо использование специальных приемов, направленных на торможение гликолиза и образование актомиозинового комплекса, а именно:

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

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

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

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

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

Скорость автолитических процессов зависит от особенностей животного организма и окружающих условий. *Влияние вида, возраста, упитанности, анатомического участка, состояния животного перед убоем.*

В говядине полное развитие окоченения наступает через 18-24 час при температуре 0-4 °С. В свинине посмертное окоченение происходит быстрее - через 16-18 час автолиза вследствие замедленного теплоотвода за счет наличия слоя шпига; в мясе кур - через 5 час, индеек - через 8 час. Различиями в концентрации и активности мышечных ферментов объясняется более быстрое развитие окоченения в мясе молодых животных, чем в старых. Посмертное окоченение происходит интенсивнее в отрубях, несущих активную прижизненную мышечную нагрузку и имеющих больше мышечных ферментов (скелетные мышцы конечностей и др.). В мышцах упитанных, отдохнувших животных максимум развития окоченения наступает позже, чем у больных, уставших, по причине более высокого содержания гликогена в мышечной ткани. Важнейшим внешним фактором, определяющим скорость биохимических процессов, является температура окружающей среды: в мышцах животных при температуре 15-18 °С максимум окоченения наступает через 10-12 час, а при 0-4 °С - через 18-24 час. Резко тормозится развитие окоченения при введении в парное мясо поваренной соли, ингибирующей АТФазную активность миозина и образование актомиозинового комплекса.

Быстрое замораживание парного мяса также тормозит скорость ферментативных автолитических процессов. Эти технологические приемы дают возможность устранить или свести к минимуму последствия посмертного окоченения, т.е. стабилизировать свойства парного мяса. Повышение скорости автолиза мяса можно достигнуть электростимулирующей парных туш, в результате чего ускоряются реакции гликолиза, сокращается длительность выдержки сырья на созревании.

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

На основании имеющихся научных данных в настоящее время считается, что основной причиной появления мяса с отклонениями в свойствах является промышленная технология выращивания животных. Ее основные признаки: гиподинамия, интенсивный откорм, селекция на скороспелость и мясность. В этих условиях формируется повышенная подверженность животных к стрессовым воздействиям, в результате чего нарушаются биохимические процессы автолиза. Мясо с отклонениями в ходе автолиза отличается от нормального по органолептическим (цвет, консистенция) и технологическим свойствам (рН, ВСС и др.), с учетом которых различают группы двух видов:

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

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

Экссудативное PSE мясо характеризуется светлой окраской, мягкой рыхлой консистенцией, низкой ВСС, кислым привкусом. Признаки PSE чаще всего имеет свинина, полученная от убоя животных с интенсивным откормом и

ограниченной подвижностью при содержании. Появление мяса PSE - качества может быть обусловлено также генетическими последствиями, воздействием кратковременных стрессов перед убоем животных. После убоя в мышечной ткани происходит интенсивный распад гликогена, посмертное окоченение наступает быстрее. В течение часа величина pH мяса понижается до 5,3-5,5. Температура сырья в это время сохраняется на высоком уровне. В итоге происходит денатурация саркоплазматических белков и их взаимодействие с миофибриллярными белками, что приводит к снижению ВСС мяса. Мясо PSE более устойчиво при хранении, чем DFD, но отличается более высокой усушкой при холодильной обработке. Существенные различия в свойствах мяса с разным характером автолиза определяют целесообразность его сортировки. Сортировку сырья удобно вести по величине pH, измеряемой через 1-2 часа после убоя. Применение электростимуляции туш определяет три группы качества: 1) pH₁ 5,3-5,5 PSE; 2) pH₁ 5,6-6,2 NOR; 3) pH₁ больше 6,2 DFD. Сортировка сырья по характеру автолиза способствует рациональному использованию мяса при его переработке в мясные продукты.

Контрольные вопросы:

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

Раздел 3 Изменение свойств мяса и мясopодуKтов под действием ферментов микроорганизмов

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 отсутствие кислорода (анаэробное гниение). Обычно гнилостное разложение мяса начинается с поверхности под действием аэробов и факультативных аэробов. Наиболее распространенными гнилостными микробами являются *Bact. proteus*, *Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus*, *Bac. Pseudomonas* и некоторые виды анаэробов: *Bac. sporogenes*, *Bac. putrificus* и др.

В ходе микробиальных превращений белков в мясе накапливаются вещества самой разной химической природы. На начальной стадии гнилостного разложения происходит гидролиз пептидных цепей белковых молекул с образованием полипептидов разной молекулярной массы и некоторого количества свободных аминокислот. Таким образом, *первичными* продуктами распада белков являются *полипептиды*, которые с водой образуют слизь. Полипептиды в основном растворимы в горячей воде и при варке испорченного мяса переходят в бульон, который становится мутным. Эти свойства бульона используют для суждения **о свежести мяса**.

Образование слизи на поверхности мяса является характерным признаком развития аэробной гнилостной порчи. *Ослизнение* – это один из наиболее часто встречающихся видов порчи охлажденного мяса при хранении и транспортировке. Оно обнаруживается, когда на один см² поверхности насчитывается около 10^{7,5} микроорганизмов. При низких плюсовых температурах срок появления ослизнения зависит от первоначальной микробиальной обсемененности мяса и относительной влажности воздуха. Сначала образуются отдельные колонии, потом они сливаются в сплошной мажущийся слизистый налет мутно-серого цвета. Мясо, пораженное ослизнением, теряет товарный вид, вкус, аромат, становится влажным и липким на ощупь.

Мясо при ослизнении промывают, определяют *степень свежести* и используют для промышленной переработки (если нет отклонений по показателям свежести). При хранении мяса с признаками ослизнения происходит его дальнейшая порча - *гниение*. По мере развития гнилостных процессов растет количество свободных аминокислот и начинаются процессы их превращения с образованием *вторичных* и *конечных* (неорганических) продуктов гниения.

Распад аминокислот в зависимости от характера микрофлоры и конкретных условий внешней среды происходит путем гидролитического, окислительно-восстановительного дезаминирования и декарбоксилирования. В ходе *дезаминирования* аминокислот образуются аммиак, жирные кислоты (уксусная, масляная, муравьиная, пропионовая), оксикислоты, альдегиды, спирты. Их образование влияет на формирование неприятного запаха. В результате *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, крезоло, 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 H₂S с миоглобином. Образующийся сульфомиоглобин или холемиоглобин придает мясу зеленую окраску. Приобретение мясом зеленой или желтой окраски может быть результатом окисления миоглобина пероксидом водорода, продуцируемого некоторыми микроорганизмами. Кроме того,

причиной изменения окраски могут служить пигменты различного цвета, выделяемые некоторыми микроорганизмами. Наряду с изменениями мышечных белков развитие микробиологических процессов приводит к изменению компонентов соединительной ткани. Под действием коллагеназы и гиалуронидазы, выделяемых некоторыми микроорганизмами, происходит гидролиз коллагена и распад мукополисахаридов, что отражается на микроструктуре мяса, его консистенции. Некоторые микроорганизмы (например, *Pseudomonas*) имеют ферментные системы, вызывающие гидролитические и окислительные изменения липидов, в результате которых в мясе накапливаются свободные жирные кислоты, органические перекиси, а на более поздних стадиях - альдегиды, кетоны, оксикислоты.

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

Испортившееся мясо может стать причиной пищевых отравлений: токсикоинфекций, возникающих при употреблении человеком продукта, содержащего сальмонеллы, кишечную палочку и протей; и интоксикаций, вследствие наличия в продуктах ядов (токсинов), выделяемых некоторыми видами микроорганизмов (стафилококки, стрептококки, ботулинус) в процессе их деятельности. Таким образом, развитие гнилостной микрофлоры сопровождается распадом белков, разрушением аминокислот, в том числе и незаменимых, накоплением продуктов их превращений, что понижает пищевую и биологическую ценность мяса, резко ухудшает его цвет, запах, консистенцию, способствует образованию вредных для человека веществ и делает мясо непригодным в пищу.

Важно обнаружить гнилостное разложение на ранней стадии. Это можно сделать с использованием ряда субъективных и объективных показателей. Эффективный способ выявления порчи - варка проб, так как при повышении температуры возрастает испаряемость летучих соединений. Рекомендуется также растирать кусочки мяса между пальцами. Запах разлагающегося мяса значительно усиливается при нанесении на его поверхность разбавленных кислот и щелочей. При развитии анаэробной порчи эффективным способом проверки является прокалывание глубоких слоев мяса деревянной палочкой. При объективной оценке свежести мяса определяют содержание летучих жирных кислот и по их количеству мясо разделяют на свежее, сомнительной свежести и несвежее. Для объективной оценки свежести мяса используют также микробиологические и гистологические методы анализа. От степени свежести мяса зависит направление его использования.

Интенсивность развития микробиологических процессов зависит от состава и свойств мяса: вида сырья, содержания в нем воды, величины pH, активности воды, состояния поверхности (наличия порезов, корочки подсыхания) и др. Продукты с пониженным содержанием влаги легче противостоят микробиальной порче. Из общего количества воды, содержащейся в пищевом продукте, бактерии, дрожжи, плесени могут использовать для своей жизнедеятельности лишь определенную «активную» часть. Для характеристики состояния влаги в продукте, наряду с другими показателями, применяют показатель *активности воды* a_w , определяемый как отношение парциального давления водяного пара над поверхностью продукта (P) к парциальному давлению насыщенного водяного пара (P_0) при той же температуре. Активность воды - это характеристика самого продукта, обусловленная химическим составом и гигроскопическими свойствами его. Чем прочнее связана влага с материалом, тем меньше величина P , и наоборот, для свободной воды P достигает значения P_0 . Уменьшение активности воды замедляет рост микроорганизмов до тех пор, пока на определенном уровне он практически не останавливается. Для роста большинства бактерий необходимо a_w не ниже 0,90-0,94; дрожжей - 0,85-0,88; плесеней - 0,65-0,80, поэтому при хранении охлажденного мяса необходимо создать на его поверхности корочку подсыхания, более устойчивую к действию микрофлоры и задерживающую распространение ее в глубину.

Снижение величины pH мяса в ходе автолиза с 7,0 до 5,6-5,2 для патогенных и гнилостных микроорганизмов ухудшает условия их жизнедеятельности, сокращает их ферментативную активность и способность к размножению. Эти процессы начинают развиваться только с увеличением pH. Развитие микробиологических процессов в мясе PSE и DFD протекает иначе. Мясо PSE отличается низким pH. Однако на практике ожидаемое повышение устойчивости PSE мяса к действию микробов не оправдывается из-за повышенного содержания свободной воды в этом сырье, наоборот, срок хранения этого мяса меньше, чем у NOR сырья. Высокие значения pH, характерные для DFD мяса, способствуют развитию микроорганизмов, благодаря чему порча этого сырья наступает быстрее, чем у NOR мяса.

Важнейшим фактором, определяющим сохранность мясного сырья, является его начальная микробиальная обсемененность. Инфицирование мясных туш и других продуктов убоя происходит эндогенным и экзогенным путем.

Эндогенное обсеменение микроорганизмами тканей и органов может происходить при жизни животного или после убоя. У истощенных и утомленных животных снижается устойчивость организма. Бактерии из кишечника через кровеносную и лимфатическую системы проникают в его органы и ткани. Посмертное эндогенное обсеменение продуктов убоя возможно при задержке извлечения желудочно-кишечного тракта после убоя животного.

Экзогенное попадание микроорганизмов в мясо может происходить на всех стадиях технологической обработки: в период обескровливания, съемки шкуры, нутровки, шпарки, туалета, при использовании грязного инструмента, низком уровне личной гигиены рабочих.

Для мяса, полученного при строгом соблюдении технологической дисциплины и санитарных требований, от здоровых, упитанных и неутомленных животных, характерна только поверхностная микробиальная обсемененность.

На развитие микроорганизмов в мясе существенным образом влияют такие внешние факторы, как *относительная влажность воздуха и тем-пература*.

Максимальная скорость развития бактерий в охлажденном мясе наблюдается при относительной влажности воздуха более 90-95 %. Снижение температуры тормозит развитие микроорганизмов, и этот прием используется как способ консервирования мяса (охлаждение, замораживание). Многие микроорганизмы очень чувствительны к повышенной (по сравнению с естественными условиями) концентрации растворенных веществ и связанному с этим повышению осмотического давления субстрата. Это свойство широко используется для подавления жизнедеятельности

гнилостной микрофлоры мяса, например, при его посоле. Регулировать процессы жизнедеятельности микроорганизмов можно путем изменения парциального давления кислорода в окружающей среде, что реализуется в технологической практике за счет упаковывания мяса под вакуумом, хранения мясного сырья в регулируемой газовой среде.

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

Предупреждение или торможение нежелательной микробиальной порчи мяса и мясных продуктов достигается путем применения различных способов консервирования.

При консервировании используют действие различных сохраняющих факторов (называемых *барьерами*):

- физических (применение высоких и низких температур, ионизирующих излучений, ультрафиолетовых излучений, обезвоживания, применение упаковки и защитных покрытий);
- химических (использование консервантов);
- физико-химических (посол, копчение и др.);
- биохимических (направленное использование микрофлоры).

Микробиологическая безопасность и пищевая ценность мясных продуктов часто находятся в противоречии. Продукты, подвергаемые мягкой обработке, имеют хороший вид, вкус и т.д., но менее стойки к действию микробов (с точки зрения снижения качества) и менее безопасны (с точки зрения пищевых отравлений). Таким образом, соответствующая обработка продукта является компромиссом в отношении качества и безопасности. В этом плане наглядным примером служат мясные консервы, которые являются микробиологически безопасными и стойкими, однако из-за тепловой стерилизации имеют недостатки по показателям пищевой ценности.

Современные способы обработки должны быть направлены на получение стойких при хранении продуктов с высокими показателями качества, что может достигаться *комбинацией* нескольких сохраняющих факторов (барьеров), которые не могут преодолеть микроорганизмы, присутствующие в продукте. Эта концепция (называемая *барьерной технологией*) перспективна для современных способов сохранения качества пищевых продуктов. Основные принципы барьерной технологии:

- высокая микробиологическая стойкость и безопасность продуктов;
- максимальные органолептические свойства и пищевая ценность продуктов;
- минимальная обработка продуктов.

Эта концепция справедлива как для традиционных пищевых продуктов, так и для новых продуктов, для которых барьеры тщательно подбираются, а затем целенаправленно используются. Примером традиционной комбинации барьеров может служить копчение мясопродуктов, где сочетаются консервирующее действие обезвоживания, соли и бактерицидных веществ копильного дыма.

Известно более 60-ти потенциальных сохраняющих факторов (барьеров). В настоящее время в качестве перспективных признаны физические нетепловые барьеры: применение высокого гидростатического давления; комбинирование тепловой обработки, давления и ультразвука; воздействие импульсного электрического тока и т. д. К другой группе перспективных барьеров относятся «природные консерванты», такие, как экстракты пряностей, лизоцим и др.; применение методов биотехнологии, в частности, направленное использование микроорганизмов. Однако как традиционные барьеры, так и барьеры будущего применяются в сочетании с другими барьерами, например, мягкой тепловой обработкой, охлаждением и т. п. Барьерная технология целенаправленно и в возрастающих масштабах будет применяться при производстве мясных продуктов.

Контрольные вопросы:

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

Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов

Тема 4.1. Изменение свойств мяса при холодильной обработке

В промышленной практике мясокомбинатов используют следующие способы холодильной обработки:

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

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

Цель охлаждения - торможение развития микроорганизмов за счет снижения температуры мяса и создания на его поверхности корочки подсыхания, которая затрудняет развитие микробов на поверхности и их проникновение в толщу мяса. Наиболее широко в промышленной практике используется *воздушное* охлаждение мяса при близкриоскопических температурах (0-4 °С). Длительность воздушного охлаждения можно снизить за счет снижения температуры воздуха и увеличения скорости его движения (до 3-4 м/сек). В зависимости от параметров охлаждения различают одно-

стадийный медленный, ускоренный и быстрый способы, а также двухстадийный быстрый и сверхбыстрый способы воздушного охлаждения. При этом длительность охлаждения говяжьей полутуши может варьировать от 26-28 до 12-16 час. Хранят охлажденное мясо при температуре 0-4 °С не более 12-16 суток.

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

Цель замораживания - предотвращение микробной порчи мяса и подготовка его к длительному низкотемпературному хранению. При определении условий замораживания исходят из задач не только предотвращения размножения микроорганизмов, но и предупреждения существенных изменений свойств продуктов вследствие физических, физико-химических и биохимических процессов. Замораживание и хранение мяса в замороженном состоянии осуществляется в интервале температур от минус 12 до минус 40 °С. Верхний температурный предел обусловлен невозможностью развития микроорганизмов при температуре минус 12 °С и ниже. Нижний температурный предел определяется технической возможностью и экономической целесообразностью получения низких температур в мясной промышленности.

Наиболее часто применяется воздушное замораживание туш и полутуш. Более перспективным является блочное замораживание бескостного мяса в скороморозильных аппаратах с использованием жидких теплоотводящих сред, что обеспечивает интенсивный теплоотвод и снижение длительности замораживания. Сроки хранения замороженного мяса зависят от его вида и условий хранения (табл.).

Таблица

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

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

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

Как бы правильно не осуществлялись процессы охлаждения мяса и последующего его хранения в охлажденном состоянии, наступает момент, когда сырье становится непригодным в пищу из-за микробной порчи (гниения), поэтому сроки хранения охлажденного мяса ограничиваются его микробной порчей. В этой связи важной практической задачей является увеличение сроков хранения мяса в охлажденном состоянии. Для этого пригодны меры, направленные на подавление развития микроорганизмов:

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

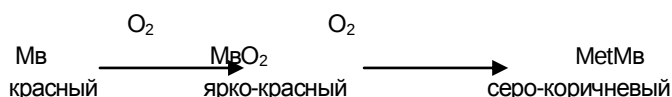
Биохимические изменения. При охлаждении и хранении мяса продолжаются автолитические ферментативные процессы, начавшиеся сразу после убоя животного. Интенсивность и глубина автолитических изменений мяса зависят от условий охлаждения и длительности хранения мяса.

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

Для предупреждения холодового сокращения необходимо снизить запасы гликогена и АТФ до охлаждения. Наиболее рациональным приемом может служить электростимуляция туш в убойном цехе. При низком темпе охлаждения (медленное охлаждение) возможно появление такого вида порчи мяса как *загар*. Под *загаром* понимают процесс, происходящий под влиянием тканевых ферментов, который следует рассматривать как атипично протекающий аутолиз. Загар возникает при охлаждении мяса в условиях медленного теплоотвода, обусловленного перегрузкой камер, повышенной температурой охлаждающего воздуха и его недостаточной циркуляцией. Особенно велика вероятность загара для туш с хорошо развитой жировой тканью, тормозящей теплообменные процессы и газообмен с окружающей средой. Непосредственной причиной загара является быстрое накопление кислых продуктов анаэробного гликолиза, обусловленное высокой активностью тканевых ферментов. Признаки загара сходны с признаками гнилостного разложения. Мясо в глубоких слоях приобретает неприятный кисло-тухлый запах, непомерно мягкую консистенцию, медно-красную или желто-коричневую окраску; реакция среды - кислая. Пригодность мяса с загаром для переработки зависит от степени его развития. Для определения пригодности мяса с загаром его нарезают на полоски и проветривают в холодильной камере. Если через 24 часа выдержки неприятный запах не исчезает, мясо не годно для переработки и потребления.

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

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



При увеличении количества метмиоглобина до 70 % от общего количества пигментов в мясе его окраска становится серо-коричневой. Начинаются процессы окисления липидов, но они не заходят глубоко вследствие ограниченных сроков хранения охлажденного мяса.

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

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

При замораживании мяса в нем происходят физические, гистологические, коллоидно-химические, биохимические и биологические изменения, имеющие важное значение для его качества. Из всех процессов, протекающих при замораживании мяса кардинальным, определяющим все другие изменения, является процесс кристаллообразования - вымерзания влаги в мясе.

Кристаллообразование. При достижении криоскопической температуры ($t_{\text{кр}}$ = минус 0,6-1,2 °С для мясного сырья) начинается вымерзание воды тканевой жидкости. В результате в жидкой фазе растет концентрация растворенных веществ, что приводит к снижению криоскопической температуры. Основная масса влаги в мясе (около 80 %) вымерзает в интервале температур минус 2-8 °С. Но даже при минус 30 °С в мясе остается часть незамерзшей влаги (8-12 %).

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

Образование кристаллов при замораживании происходит в такой последовательности:

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

Образование новых центров кристаллообразования зависит от скорости теплоотвода от замораживаемого продукта в окружающую среду. Размер и распределение кристаллов льда в мясе зависят от условий замораживания, его свойств. Образование кристаллов льда начинается в первую очередь в межклеточном пространстве вследствие более низкой концентрации растворимых веществ и сопровождается миграцией влаги из клеток. При *медленном* замораживании (скорость замораживания менее 0,5 см/час) образуются *крупные* кристаллы вне клеток и изменяется первоначальное соотношение объемов межклеточного и внутриклеточного пространства в результате диффузии влаги и фазового перехода воды. *Быстрое* замораживание (скорость замораживания 1-2 см/час и более) предотвращает значительное перераспределение влаги, что способствует образованию *мелких*, равномерно распределенных кристаллов.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Денатурационные и агрегационные превращения белков при замораживании и хранении мяса приводят к снижению их растворимости, изменению заряда и массы белковых фракций. Указанные превращения белков влияют на их гидратацию, ВСС мяса, его консистенцию и сочность и могут отразиться на устойчивости белков к действию пищеварительных ферментов.

Степень снижения гидрофильности белков зависит:

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

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

Автолитические процессы при замораживании и последующем хранении мяса продолжают с меньшей скоростью, так как деятельность ферментов резко замедляется, но не приостанавливается даже при очень низких температурах. Чем быстрее производится замораживание мяса, тем на более ранней стадии тормозятся автолитические процессы, при этом, надо учитывать размеры продукта. На периферии может быть торможение автолиза, а в глубоких слоях процессы идут с достаточной скоростью, так как теплоотвод из глубоких слоев даже при быстром замораживании замедлен.

Признаки глубокого гидролиза белков обнаруживаются в процессе хранения мяса при минус 18 °С, о чем свидетельствует возрастание количества аминокислотного азота в тканях. При замораживании и хранении мяса не приостанавливается гидролитический распад жира, однако резко тормозится с понижением температуры хранения. Так, кислотное число свиного шпига, хранившегося 12 месяцев при минус 18 °С выросло на 0,2, а при минус 8 °С - на 1,6. Резкое торможение автолитических процессов обеспечивается при быстром замораживании сырья, имеющего небольшие размеры; это имеет первостепенное значение при холодильном консервировании эндокринно-ферментного сырья.

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

Пути снижения усушки при замораживании и хранении замороженного мяса:

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

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

мяса. Окисление миоглобина кислородом, а также увеличение концентрации пигментов в поверхностном слое вследствие его пересыхания сопровождаются потемнением поверхности полутуш и появлением серо-коричневой *окраски*, характерной для метмиоглобина. Изменение *запаха* и *вкуса* мяса в процессе хранения обусловлены главным образом, окислительными изменениями липидов. Образующийся на поверхности мяса губчатый обезвоженный слой способствует увеличению степени контакта мяса с кислородом воздуха. В ходе окислительных реакций образуются первичные и вторичные продукты окисления жиров, что отрицательно сказывается на органолептических показателях, его биологической ценности. При длительном хранении мяса возможно образование токсичных продуктов окисления жиров. В связи с этим изменения жировой ткани мяса под действием кислорода воздуха играют решающую роль для сроков хранения мяса. Так как интенсивность этих изменений определяется температурой и видом жира, допустимая продолжительность хранения мороженого мяса также зависит от этих факторов (см. табл. 11 на стр. 59).

Продолжительность хранения замороженного мяса ограничивается окислительными изменениями липидов под действием кислорода воздуха. Снизить степень этих нежелательных изменений можно путем понижения температуры хранения мороженого мяса, применения вакуум-упаковки, использования упаковочных материалов с низкой газопроницаемостью.

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

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

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

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

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

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

Контрольные вопросы:

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

Тема 4.2 Изменение свойств мясного сырья при посоле

Посол в мясной промышленности используют как способ консервирования сырья (шкур, кишок, реже мяса), а также как способ обработки мяса, который в сочетании с другими: варкой, копчением, сушкой, - применяют для изготовления мясных продуктов (колбас, копченостей). Под посолом понимают обработку сырья поваренной солью (часто в сочетании с веществами, улучшающими результат) и выдержку его в течение времени, достаточного для равномерного распределения соли и завершения процессов, в результате которых продукт приобретает необходимые свойства.

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

Сухой посол широко применяют при консервировании шкур, кишок, при производстве мясных продуктов из жирного сырья (шпиг соленый и др.), при изготовлении сыровяленых и сырокопченых колбас. *Мокрый посол* используют при консервировании шкур, производстве соленых мясoproductов (копченостей). *Смешанный посол* нашел применение в технологии соленых мясoproductов, при посоле шкур. При всех способах посола диффузионный обмен протекает примерно одинаково. В то же время в зависимости от цели посола и особенностей вырабатываемого продукта существуют различия. Целью посола шкур и кишок является консервирование сырья. В ходе посола происходит накопление в тканях посолочных веществ, обезвоживание, удаление балластных веществ. При изготовлении мясoproductов с применением посола помимо диффузионного обмена происходит изменение структуры и консистенции мяса, развивается характерная окраска, формируются специфические вкус и аромат, технологические свойства мяса. Глубина этих изменений зависит от длительности выдержки мяса в посоле.

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

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

К посолочным веществам, традиционно используемым при посоле мяса, относятся поваренная соль, нитрит натрия, сахар, аскорбиновая кислота или ее натриевая соль (аскорбинат натрия). Обязательным и важнейшим посолочным компонентом является поваренная соль. Роль хлорида натрия при посоле мяса многопланова. Количество добавляемой в мясо соли зависит от вида готового продукта и колеблется от 2 до 3,5 % к массе сырья. При производстве колбасных изделий соль вносится в измельченное мясо, как правило, в сухом виде. При изготовлении соленых продуктов чаще всего в виде рассолов.

При любом способе посола массообмен между посолочными веществами и растворимыми составными частями продукта происходит в системе «рассол-мясо». При сухом посоле вначале вследствие гигроскопичности соли и за счет влаги сырья образуется рассол. В момент соприкосновения соли с поверхностью сырья между ними возникает обменная диффузия, которая приводит к перераспределению посолочных веществ, воды и растворимых компонентов продукта. Ионы натрия и хлора, нитрита проникают в продукт, а растворимые компоненты выводятся во внешнюю среду; вода в зависимости от концентрации рассола либо выводится в рассол, либо поглощается из рассола продуктом.

В системе «рассол-ткань» при классических методах посола (без применения дополнительных воздействий) посолочные вещества перемещаются диффузионно-осмотическим путем. Обменная диффузия при посоле описывается вторым законом диффузии Фика. Решение задачи *быстрого и равномерного проникновения и распределения посолочных веществ* зависит от многих факторов. Движущей силой процесса посола является разность концентраций соли в системе «рассол-продукт». Скорость накопления посолочных веществ в продукте существенно снижается вследствие уменьшения разности концентраций соли в системе. Все факторы, воздействие которых приводит к повышению концентрации соли на поверхности продукта, вызывают ускорение процесса посола. Так одной из причин, ускоряющих массообмен при посоле, является применение различных механических и физических воздействий на систему «мясо-рассол», что способствует уменьшению толщины диффузионного пограничного слоя, имеющего более низкую концентрацию соли.

Дополнительное ускорение посола можно получить при использовании явления термодиффузии. Правда, увеличение температуры рассола грозит опасностью развития нежелательных микробияльных процессов. Процесс распределения посолочных веществ зависит от свойств сырья: тканевого состава, размера, проницаемости тканей. Так, проницаемость мышечной, соединительной и жировой тканей составляет примерно 8:3:1. Проницаемость тканей можно увеличить за счет разрыхления их структуры (при замораживании, созревании и т. д.). Уменьшение толщины сырья ведет к существенному сокращению длительности посола. В этой связи мясо перед посолом подвергают измельчению (посол мяса для изготовления колбас), инъецируют сырье рассолом с образованием начальных зон его накопления (при посоле сырья для изготовления штучных соленых продуктов).

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

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

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

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

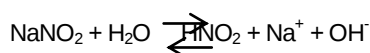
длительности посола, концентрации и количества рассола и т. д.). Переход воды и растворимых веществ во внешнюю среду оценивается различно в зависимости от вида сырья и цели посола. При консервировании шкур, кишок это имеет положительное значение, так как обезвоживание тканей обеспечивает консервирующий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

Водосвязывающая способность мяса перед посолом определяется его морфологическим (тканевым) и химическим составом, исходными свойствами с учетом pH (PSE, DFD, NOR), степенью автолиза, видом холодильной обработки и т. д. В процессе посола мяса изменяются все формы связи воды с мясом: адсорбционная, осмотическая, капиллярная. Наибольший интерес представляют изменения адсорбционной формы связи воды с белками как наиболее прочно связанной. Хлорид натрия, взаимодействуя с мышечными белками, повышает количество адсорбционно-связанной влаги в результате увеличения заряда белка. В период выдержки мяса в посоле белки адсорбируют преимущественно ион хлора. При полном насыщении белков ионами хлора изоэлектрическая точка смещается с 5,3-5,4 до 4,8. При этом растет интервал между pH изоэлектрической точки белков и фактической величиной pH мяса, что приводит к увеличению заряда белка и доли адсорбционно-связанной влаги. В результате повышается ВСС мяса, которая сохраняется на более высоком уровне и после тепловой обработки, что положительно влияет на выход мясных продуктов.

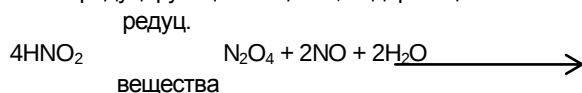
Наряду с этим хлорид натрия, накапливающийся в мясе в результате посола (2-3 % к массе мяса), способствует созданию концентрации тканевой жидкости, близкой к растворяющей миофибриллярные белки. Вследствие чего при посоле повышается растворимость белков актомиозиновой фракции, что положительно влияет на липкость колбасного фарша. Воздействие соли на белки мышечного волокна становятся возможными после достижения контакта между ними. Отсюда возникает зависимость между степенью измельчения мяса перед посолом и временем достижения требуемого эффекта. Даже при степени измельчения мяса до 2-3 мм необходим промежуток времени для диффузии соли и взаимодействия ее ионов с белками, протекающего с небольшой скоростью. При температуре 0-4 °С, поддерживаемой в камерах посола мяса, для этого требуется не менее 12 час.

Хлористый натрий ускоряет окислительные процессы, в ходе которых накапливаются различные производные гема - протетической части мышечного пигмента миоглобина. В связи с этим при посоле мышечная ткань теряет свою естественную окраску и приобретает серовато-коричневую с различными оттенками. Денатурация миоглобина, происходящая при тепловой обработке соленых изделий, сопровождается отщеплением гема, окислением железа гема до трехвалентного с образованием парагематинов, обладающих серо-коричневой окраской. В связи с этим, даже если при посоле часть миоглобина оказалась не окисленной и естественная окраска мяса частично сохранилась, при последующей тепловой обработке мяса полностью исчезает его естественная окраска. В практике посола мясопродукты предохраняют от нежелательных изменений окраски обработкой их нитритом натрия. При этом в конечном счете образуется ярко-красный нитрозомиоглобин (НОМв) в результате взаимодействия пигмента миоглобина с окисью азота, источником которой является нитрит натрия.

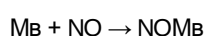
В этом соединении (НОМв) нитрозогруппа довольно прочно связана с железом гема, что обеспечивает сравнительную устойчивость окраски соленого мяса, которая в сыром продукте обусловлена присутствием нитрозомиоглобина, а в вареном - нитрозогемохромогена, также имеющего красный цвет. Механизм формирования нитритной окраски мяса заключается в следующем. Введенный в мясо нитрит натрия как соль слабой кислоты и сильного основания гидролизует в присутствии воды до азотистой кислоты.



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



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

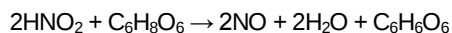


Реакция взаимодействия оксида азота с миоглобином протекает во времени. Ее скорость зависит от температуры и pH среды (оптимум pH 5,2-5,7). Таким образом, интенсивность окраски мясных продуктов зависит от содержания в них миоглобина и количества образующегося из нитрита оксида азота. Образующийся одновременно с оксидом азота четырехоксид азота является сильным окислителем и окисляет часть миоглобина до метмиоглобина. Из метпигментов нитрозопигменты (нитрозомиоглобин) могут образовываться только после их предварительного восстановления, поэтому эффективность стабилизации нитритной окраски мяса зависит от содержания в нем редуцирующих веществ.

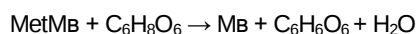
Увеличение количества оксида азота за счет больших количеств нитрита натрия недопустимо, так как он физиологически вреден и ядовит. Минимально необходимое количество нитрита натрия составляет 5-7,5 мг% к массе

мяса. Образование оксида азота из введенного в мясо нитрита можно ускорить, используя эффективные восстановители. Наиболее широкое применение нашли аскорбиновая кислота, ее соли и редуцирующие сахара.

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



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



Аскорбиновая кислота также предохраняет нитрозопигменты от окисления, обеспечивая повышение устойчивости окраски изделия. При изготовлении мясопродуктов аскорбиновую кислоту вводят в виде 5 %-го раствора в количестве 0,05 % к массе сырья. Для получения аскорбината натрия кислоту подвергают предварительной нейтрализации раствором питьевой соды. Использование аскорбината натрия предупреждает снижение величины pH мяса. Роль нитрита при посоле не ограничивается стабилизацией окраски. Кроме того, он участвует в процессах формирования аромата и вкуса «ветчинности» при длительном посоле мяса, оказывает антиокислительное действие на липиды, обладает ингибирующим эффектом на рост микроорганизмов (в том числе *Cl. Botulinum*) и токсигенных плесеней.

Поваренная соль подавляет развитие большинства микроорганизмов, в том числе и гнилостных, что обусловлено высоким осмотическим давлением растворов соли, приводящим к обезвоживанию клеток микроорганизмов, а также влиянием хлористого натрия на ферментативную деятельность бактерий. При больших концентрациях хлористый натрий способен задерживать микробиальную порчу мясных продуктов в течение длительного времени. Наибольший консервирующий эффект достигается при сухом посоле (при консервировании шкур, кишок) и насыщенным раствором. Однако даже насыщенный раствор соли полностью не уничтожает микрофлору, поэтому с течением времени общее количество микроорганизмов, попавших в рассол с солью, сырьем и другим путем, увеличивается как в продуктах, так и в рассолах. Размножение солеустойчивых микроорганизмов, а также приспособляемость некоторых гнилостных бактерий к высокой концентрации рассола могут привести рассолы и соленые продукты к порче.

При посоле мяса для изготовления мясопродуктов применяют ненасыщенные растворы поваренной соли, консервирующее действие которых невелико. Консервирующий эффект усиливают за счет применения нитрита натрия при посоле, а также при сочетании посола с другими способами консервирования: охлаждением, копчением, сушкой. Температуру в камерах посола мяса поддерживают на уровне 0-4 °С. Подавление жизнедеятельности гнилостных микроорганизмов при длительном посоле мяса происходит не только за счет действия хлористого натрия, но также в результате развития в рассоле и продукте микробов - антагонистов гнилостных бактерий, - которые могут попадать в рассолы с мясом. С течением времени меняется количество микроорганизмов и их качественный состав. В рассоле возрастает доля многочисленных бактерий, наиболее устойчивых к условиям посола (низкая положительная температура, наличие соли, нитрита, сахара), например, *Lact. plantarum*, *Str. lactis*. Установлено, что после 30-ти суток посола мяса (при 0-4 °С) около 80-90 % микроорганизмов являются молочнокислыми бактериями. Однако подобное селективное развитие микрофлоры требует длительного времени (несколько недель). В качестве питательной среды молочнокислые бактерии используют сахар (вносится в рассол) и продукты промежуточного распада углеводов мяса с образованием карбоновых кислот: уксусной, муравьиной, молочной и др. Снижение величины pH за счет накопления кислот приводит к подавлению жизнедеятельности и отмиранию гнилостной микрофлоры, приближает реакцию среды к оптимальной для развития нитритной окраски. Наличие в рассолах денитрифицирующих микробов (обеспечивающих восстановление нитрита) также способствует формированию окраски в процессе посола мяса. С жизнедеятельностью молочнокислых бактерий и денитрифицирующих микроорганизмов связано накопление в соленых продуктах соединений, участвующих в формировании специфического аромата и вкуса «ветчинности»: органических кислот, карбонильных соединений, аминокислот и др.

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

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

Появление в продукте в процессе длительного посола ветчинных свойств обусловлено действием не только ферментов, продуцируемых микроорганизмами, а также непрекращающимся действием тканевых ферментов (катепсинов) в процессе созревания мяса при посоле. Под действием тканевых и микробиальных ферментов происходит гидролиз белков, липидов. В результате накапливаются предшественники вкуса и аромата, изменяется консистенция мяса. Характерные свойства ветчинных изделий приобретают в течение достаточно длительной выдержки сырья в посоле (примерно через 10-14 суток), четко выраженными свойствами становятся к 21-м суткам. Ускорению процесса способствует целенаправленное использование стартовых культур микроорганизмов.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика посола.
2. Массообменные процессы при посоле.
3. Изменение водосвязывающей способности мяса при посоле.
4. Изменение окраски мяса при посоле.
5. Микробиальные и автолитические процессы при посоле.

Тема 4.3 Изменения свойств мяса и мясопродуктов при тепловой обработке

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

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

Кроме того, нагрев применяют при сушке, копчении.

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

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

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

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

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

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

Денатурация сопровождается изменением свойств белков. Характерным признаком денатурации является потеря белками физиологической (ферментативной) активности. В результате тепловой денатурации уменьшается гидратация белков и их растворимость. Нагрев мышечной ткани сопровождается значительным увеличением числа определяемых кислотных групп белков без изменения доли основных групп. В связи с этим происходит смещение pH среды в нейтральную область. Одновременно с этим смещается и изоэлектрическая точка мышечных белков в нейтральную область, но в большей мере. Таким образом, происходит сближение фактической величины pH с изоэлектрической точкой белков, что является основной причиной уменьшения их ВСС.

Таблица

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

Количество прочно связанной влаги в мышечной ткани уменьшается на 15-20 %. Это приводит к потерям массы сырья при нагреве, повышению жесткости и уменьшению сочности мышечной ткани. При варке несоленого мяса в зависимости от температуры и времени выделяется около 35-40 % воды. С водой теряются растворимые соединения. Величина потерь определяет выход продукта после нагрева. Отсюда следует, что температура и продолжительность тепловой обработки мясопродуктов должны быть лишь минимально необходимыми и соответствовать особенностям состава и свойств нагреваемого продукта.

Внутренние пептидные связи при разворачивании полипептидных цепей при денатурации становятся более доступными действию ферментов. Следовательно, денатурированные белки лучше перевариваются. Но длительный нагрев приводит к снижению перевариваемости вследствие агрегирования белков. За собственно денатурацией следует агрегирование белковых частиц в крупные образования. Внутримолекулярные связи заменяются межмолекулярными, то есть происходит *коагуляция* белка. Коагуляция ускоряется с повышением температуры и длительности нагрева.

Заметные денатурационные изменения при нагревании мышц наступают при температуре 45 °С, когда мышцы начинают сокращаться. При дальнейшем нагреве наблюдается дальнейшее укорачивание мышцы, это явление необратимо. Основные денатурационные изменения завершаются при достижении температуры 70 °С, когда тканевые ферменты утрачивают свою активность, поэтому при умеренном нагреве конечная температура мясных изделий со-

ставляет 65-70 °C в центре продукта. При этой температуре происходит денатурация миоглобина и гемоглобина, сопровождающаяся характерным для сложных белков ослаблением связей между глобином и простетической группой - гемом. В результате гем отщепляется и, вступая в поточные реакции, изменяет окраску. Введение в мясо нитрита позволяет стабилизировать окраску вареного мяса. При нагреве нитрозомиоглобин денатурирует с образованием окрашенного в красный цвет нитрозогемохромогена.



Важнейшим результатом тепловой обработки мясного сырья является изменение свойств основного белка соединительной ткани - коллагена (подробно рассмотрено в теме 2). Сваривание и гидротермический распад коллагена повышают усвояемость белка, уменьшают прочность соединительной ткани, поэтому для сырья с высоким содержанием коллагена состояние кулинарной готовности определяется степенью распада коллагена. В клеежелятиновом производстве, при производстве застудневающих мясoproдуктов гидротермический распад коллагена является главным технологическим процессом получения желатина и клеящих веществ.

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

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

Тщательно отмытое от растворимых в воде веществ мясо после варки обладает очень слабым запахом, а водная вытяжка после нагрева имеет вкус и запах вареного мяса. В формировании запаха и вкуса вареного мяса участвует большое количество веществ различной химической природы. Известно, что важную роль в этом играет *глутаминовая кислота* и ее соли. Даже в очень малых количествах (около 0,03 %) эти соединения придают продукту вкус мяса. Глутаминовая кислота образуется при нагреве в слабокислой среде (рН равным 6 и ниже) из глутамина (амида глутаминовой кислоты), содержащегося в мышечной ткани. Существенное значение в образовании вкуса и аромата мяса играют также *инозиновая кислота*, *креатин*, *креатинин*; меркаптаны, образующиеся в ходе превращений серу-содержащих аминокислот; летучие карбонильные соединения, летучие жирные кислоты и др.

В образовании специфического аромата и вкуса мяса большая роль принадлежит реакции меланоидинообразования, начальным этапом которой является окислительно-восстановительное взаимодействие аминокислот с редуцирующими сахарами, содержащимися в мясе. Наиболее склонны к такому взаимодействию моносахариды (рибоза, глюкоза), гликокол, лейцин, аланин. В ходе таких реакций образуются различные карбонильные соединения (преимущественно альдегиды), являющиеся ароматизующими веществами.

В ходе реакций образуются также окрашенные продукты темно-ко-ричневые меланоидины, придающие продукту коричневую окраску. Реакция меланоидинообразования в обычных условиях протекает медленно, а при нагревании резко ускоряется. Наиболее наглядно ее последствия проявляются при жарении мяса. На ход реакции меланоидинообразования влияет степень созревания мяса, продукты жизнедеятельности микрофлоры (например, при посоле). С развитием автолиза мышечной ткани мяса в его составе увеличивается число и количество свободных аминокислот, а также содержание рибозы (за счет распада нуклеотидов) и глюкозы (вследствие амилолиза гликогена). Развитие полезной микрофлоры при длительном созревании сопровождается накоплением продуктов распада белков.

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

В результате нагрева мясoproдуктов до температуры 68-70 °C уничтожается до 99 % начального количества микроорганизмов. Большинство микроорганизмов в вегетативной форме погибает при нагреве до 60-70 °C в течение 5-10 мин. Однако некоторые выдерживают более жесткий нагрев. Среди остающихся микроорганизмов около 90 % составляют споровые формы; анаэробы обнаруживаются редко и в небольших количествах. Абсолютное количество остающихся жизнедеятельных микробов в значительной степени зависит от начальной микробной загрязненности продукта. Таким образом, конечная температура нагрева мясных изделий при умеренном нагреве (65-70 °C в центре продукта) обеспечивает санитарно-гигиеническую безопасность изделий и повышает их стабильность при хранении.

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

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

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

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

Таким образом, промышленной стерилизацией не всегда достигается абсолютная стерильность консервов, но обеспечивается их доброкачественность и стойкость при хранении. При необходимости полной стерилизации сырье с целью его обезвреживания в случае наличия спорогенных болезнетворных бактерий нужен нагрев при температуре 135 °С и выше (например, при стерилизации непищевого сырья в цехе технических фабрикатов в процессе получения кормовой муки).

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

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

К наиболее устойчивым спорогенным микробам, способным вызывать пищевые отравления, относится *Cl. Botulinum*. Его споры выдерживают нагрев при 110 °С в течение 30 мин, а при 115 °С - 12 мин. Споры различных микроорганизмов обладают разной устойчивостью к действию высоких температур. Споры анаэробов отмирают медленнее, чем споры аэробов. Устойчивость микроорганизмов к нагреву зависит от свойств стерилизуемой среды. Существенное значение имеет величина pH. В кислой среде термоустойчивость микроорганизмов снижается.

Чем больше жира в консервах, тем более жестким должен быть режим стерилизации. Жир защищает споры от воздействия воды при нагреве, который приобретает характер «сухого». Достаточно низкий коэффициент теплопроводности пищевых продуктов определяет постепенность нагрева содержимого консервов. Центральная часть консервной банки начинает стерилизоваться при заданной температуре значительно позже, чем периферийные слои, поэтому при расчете времени отмирания ориентируются на микрофлору, находящуюся в центральной части банки, и отсчет времени ведут с момента достижения температуры собственно стерилизации в геометрическом центре банки. Микрофлора начинает погибать уже при температурах ниже заданной температуры стерилизации, поэтому при определении эффекта стерилизации это обстоятельство принимают во внимание.

По характеру воздействия на продукт нагрев при температуре выше 100 °С в закрытых емкостях (стерилизация) сохраняет особенности влажного нагрева. При этом в мясе происходят такие характерные изменения, как тепловая денатурация растворимых белков, сваривание и гидротермический распад коллагена соединительной ткани, гидролиз и окисление жиров, изменения витаминов и экстрактивных веществ, структуры и органолептических показателей продукта. Отличие по сравнению с умеренным (до 100 °С) нагревом заключается в том, что стерилизация в значительной степени катализирует скорость *гидролитических* процессов основных компонентов мяса, глубина которых возрастает с увеличением продолжительности стерилизации и повышением температуры.

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

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

С повышением температуры и длительности нагрева возрастает степень коагуляционных изменений белков, что снижает перевариваемость белков пищеварительными ферментами. Использование необоснованно жестких режимов стерилизации приводит к значительному снижению пищевой ценности продукта.

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

Изменения экстрактивных веществ и витаминов. При стерилизации эти изменения протекают как процесс накопления экстрактивных веществ за счет распада высокомолекулярных соединений и уменьшение их количества вследствие распада под влиянием нагрева. По этой причине качественный и количественный состав летучих соединений в вареном и стерилизованном мясе отличается, что сопровождается появлением у продукта специфического «аромата автоклава». Если при умеренном нагреве решающая роль в аромато- и вкусообразовании принадлежит глютамину, глютаминовой и адениловой кислотам, формирование «вкуса и запаха стерилизации» в консервированных продуктах обусловлено, в основном, накоплением конечных продуктов гидротермического распада белков: аммиака, углекислого газа, сероводорода, меркаптанов и др.

На процесс образования вкуса и запаха у консервированного мяса существенно влияет также образование альдегидов, летучих жирных кислот и других соединений. Скорость реакции меланоидинообразования ускоряется как за счет высокой температуры, так и за счет увеличения количества свободных аминокислот и глюкозы.

Разрушение аминокислот, в том числе незаменимых, при высокотемпературном нагреве в течение чрезмерно большого времени приводит к снижению пищевой ценности продукта. Разрушение витаминов при стерилизации различно. Наименьшей устойчивостью обладают витамины С, D, B₁, тиамин, никотиновая и пантотеновая кислоты. В зависимости от вида стерилизуемого продукта и режима стерилизации уровень их потерь может составлять от 40 до 90 % от исходного количества. Более термостойкими являются витамины А, Е, К, В.

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

Контрольные вопросы:

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

Тема 4.4 Изменения мясопродуктов при копчении

Копчение - это обработка мясопродуктов копильным дымом с целью придания специфических органолептических свойств и удлинения сроков хранения. Мясные продукты обрабатывают как горячим дымом (обжарка, горячее копчение, запекание в дыму), так и холодным дымом (холодное копчение).

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

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

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

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

Копильный дым - это сложная дисперсионная система типа аэрозоля. Дисперсионной средой является парогазовая смесь, состоящая из воздуха, газообразных продуктов горения, паров копильных веществ и водяных паров. Дисперсная фаза представлена частицами жидких и твердых веществ - продуктов неполного сгорания древесины. Основная масса копильных веществ сосредоточена в дисперсной фазе. В дыме присутствуют частицы золы и сажи, являющиеся нежелательными примесями.

В составе копильного дыма найдены следующие классы органических соединений: органические кислоты, альдегиды и кетоны, спирты, фенолы и их эфиры, амины, ароматические углеводороды и др. Копильный дым получают в результате тления, то есть медленного горения без пламени древесины при недостаточном доступе воздуха. Состав и качество копильного дыма изменяются в зависимости от вида применяемой древесины и условий сжигания: температуры, количества воздуха в зоне горения, скорости отвода дыма, влажности, способа получения дыма, степени измельчения древесины.

Более приемлемой для получения копильного дыма является древесина лиственных пород: бук, дуб, ольха, береза, клен, ясень, тополь и др. Применение различных пород дерева позволяет получить разнообразный аромат, вкус и цвет мясопродуктов. Лучший по составу и свойствам дым получается при температуре 220-300 °С. Понижение температуры сопровождается увеличением количества сажи, более темной окраской и ухудшением аромата и вкуса. При температуре выше 300 °С возникает опасность образования канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), например, бензпирена. Компоненты копильного дыма обладают различными свойствами и играют важную роль в формировании качества копильных изделий (табл.).

Таблица

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

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

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

Собственно *копчение* можно рассматривать как совокупность следующих процессов:

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

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

Следствием адсорбции коптильных веществ, их диффузии, накопления и взаимодействия с составными частями продукта являются следующие изменения. Продукты приобретают острый, приятный, своеобразный вкус и аромат копчения, темно-красный цвет и блеск на поверхности. Проникновение в продукт некоторых фракций дыма, особенно фенольной и органических кислот, обладающих высоким бактерицидным и бактериостатическим действием, подавляет развитие гнилостной микрофлоры, повышает устойчивость изделий при хранении, то есть копчение является одним из способов консервирования, особенно в сочетании с посолом и сушкой. Наиболее чувствительны к действию дыма кишечная палочка, протей, стафилококк. Наиболее устойчивы к действию коптильных веществ плесени. Бактерицидное действие дыма проявляется, прежде всего, на поверхности продукта, где выше концентрация коптильных веществ.

Таким образом, важнейшим следствием копчения является образование периферийной защитной зоны (толщиной около 5 мм), предохраняющей продукт от внешней микрофлоры и окислительного действия кислорода воздуха. Фенолы, хорошо поглощаемые жировой тканью, имея высокие антиокислительные свойства, тормозят окисление липидов, что особенно важно для копченых продуктов длительного хранения, например, сырокопченых. Кроме того, фенолы обладают дубящим действием на коллаген, в результате этого белковая оболочка (для колбас), и поверхностные слои продукта упрочняются, что усиливает их защитные свойства к действию микроорганизмов.

Помимо перечисленных положительных изменений при копчении имеют место нежелательные явления. Взаимодействие компонентов коптильного дыма с белками мяса сопровождается снижением их перевариваемости. Возможность образования при копчении и попадания в продукт ПАУ снижает гигиеническую оценку изделий. Помимо собственно копчения во всех случаях обработки продуктов коптильным дымом происходит их *обезвоживание* в результате испарения части влаги. Например, при копчении сырокопченых изделий может удалиться до 25 % влаги от содержащейся в продукте до копчения. Полукопченые и варено-копченые колбасы теряют при копчении до 10 % влаги к начальной массе. Удаление влаги при копчении задерживает развитие микрофлоры, придает изделию характерные органолептические характеристики и позволяет снизить содержание влаги в продукте до регламентированного стандартом уровня. В случае необходимости дополнительное удаление влаги ведут при сушке изделий.

Если копчение проводится при относительно высоких температурах (55 °С и выше), во время копчения имеют место также процессы, характерные для тепловой обработки: денатурация и коагуляция мышечных белков, сваривание и гидротермический распад коллагена, превращения других веществ. Интенсивность и глубина этих изменений зависят от температуры, при которой ведется копчение. Если копчение проводится в течение длительного времени и при температурах, не ограничивающих деятельность микроорганизмов и тканевых ферментов (холодное копчение), в продукте развиваются сложные биохимические процессы, существенным образом влияющие на свойства готовых изделий.

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

Гидролиз белковых веществ приводит к заметному разрушению клеточной структуры сырья и образованию новой более монолитной структуры. Она возникает в результате многочисленных коагуляционных связей между частицами, являющимися продуктами деструкции тканей. К концу холодного копчения в 2,5-3 раза уменьшается содосвязывающая способность фарша, в 1,5-2 раза снижается пластичность. Вместе с этим возрастает связность и прочность структуры. Таким образом, несмотря на очень важную роль коптильных веществ, для разных способов копчения технологический эффект определяется не только накоплением в продукте того или иного количества компонентов дыма, но и последствиями ряда других взаимосвязанных процессов, сопровождающих собственно копчение.

Сущность бездымного копчения состоит в том, что обработку изделий в коптильной камере заменяют либо введением *коптильного препарата* непосредственно в продукт (в фарш при его составлении, вместе с рассолом), либо нанесением его на поверхность продукта (погружением в коптильную жидкость, разбрызгиванием, обмазыванием). Основой для изготовления коптильных препаратов (жидкостей) служат конденсаты, получаемые улавливанием компонентов дыма водой. Такого рода растворы подвергают различным видам обработки, получая коптильные препараты, которые могут значительно отличаться по химическому составу.

Преимущества использования коптильных препаратов:

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

Вместе с этим бездымное копчение имеет ряд недостатков:

- неадекватность состава и соотношения коптильных веществ в коптильных препаратах и коптильном дыме;

- высокая трудоемкость поверхностной обработки продуктов копильными препаратами;
- отсутствие полной имитации запаха, вкуса и цвета у продуктов по сравнению с традиционным копчением.

Контрольные вопросы:

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

Тема 4.5 Влияние сушки на свойства мясных продуктов

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

1. Определение, цель и режимы сушки

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

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

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

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

Сушку колбас и копченостей осуществляют в сушильных камерах, снабженных кондиционерами для поддержания требуемых параметров воздуха: температура 12 °С, относительная влажность воздуха 75 %.

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

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

2. Механизм сушки

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

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

Процесс сушки складывается из следующих фаз:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Изменение свойств мясопродуктов при сушке

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

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

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

Формирование вкусоароматических характеристик колбас. Количество накапливающихся вкусоароматических веществ и степень выраженности вкуса и аромата сырокопченых и сыровяленых колбас связаны с глубиной развития ферментативных процессов при созревании-сушке и с деятельностью микрофлоры. Специфический вкус и запах этих видов колбас обусловлены, главным образом, присутствием карбонильных соединений, серосодержащих компонентов (меркаптаны и др.), органических кислот, спиртов, эфиров, летучих жирных кислот. Определенную роль играет молочная кислота, как продукт ферментативного превращения углеводов и сахаров, а также пептиды, свободные аминокислоты и продукты гидролиза жиров. В сырокопченых колбасах своеобразный вкус и аромат дополняется проникновением в продукт копильных веществ.

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

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

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

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

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

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

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

Контрольные вопросы:

1. Цель сушки при производстве мясопродуктов.
2. Формирование структуры, окраски, вкусо-ароматических характеристик мясопродуктов как следствие комплекса взаимосвязанных изменений, происходящих при сушке.
3. Значение ферментативных процессов при формировании качества продуктов при сушке.
4. Влияние сушки на микробиологическую стабильность продуктов.

После изучения каждого раздела проводится рубежный контроль. Рубежный контроль осуществляется с целью определения качества проведения образовательных услуг по дисциплине, для оценки степени достижения обучающимися состояния, определяемого целевыми установками дисциплины, а также для формирования корректирующих мероприятий. Рубежный контроль осуществляется по разделам дисциплины в соответствии с планом. Рубежный контроль состоит из выполнения заданий на практических и лабораторных занятиях и устного опроса или письменной контрольной по разделам дисциплины.

Шкала и критерии оценивания

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях и включать в себя:

- 1) полноту и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Результаты контрольной работы определяют оценками.

Оценка «5» ставится, если:

- 1) студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные;

3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

«4» – студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

«3» – студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «2» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

7. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС

7.1 Рекомендации по оформлению реферата

Тема реферата избирается студентом из предложенного преподавателем списка. Презентация/доклад подготавливается студентом индивидуально на основе самостоятельной проработки рекомендованной преподавателем и самостоятельно подобранной основной и дополнительной учебной литературы по теме презентации/реферата. Презентация/доклад относится к категории обзорных.

Перечень примерных тем реферата

1. Прижизненные факторы, формирующие качество мясного сырья.
2. Изменение органолептических и физико-химических характеристик мяса в послеубойный период. Основные стадии автолиза.
3. Особенности автолитических превращений углеводов и органических фосфорных соединений мышечной ткани.
4. Роль белков в развитии посмертного окоченения мышц.
5. Изменения мышечных белков и белков соединительной ткани на разных стадиях автолиза.
6. Технологическое значение автолитических изменений мяса.
7. Применение ферментных препаратов для повышения качества мяса.
8. Накопление веществ, формирующих вкус и аромат, в процессе созревания мяса.
9. Функционально-технологические свойства мяса разных сроков и с разным характером течения автолиза. Рациональные направления его использования.

- 10.Морфологический, химический состав крови, её пищевая ценность и направления использования.
- 11.Пигменты мяса, стабилизация цвета.
- 12.Водосвязывающая способность мяса. Ее роль в технологии мясных продуктов.

Методические рекомендации по работе над рефератом

В процессе работы над рефератом можно выделить 4 этапа:

- вводный – выбор темы, работа над планом и введением;
- основной – работа над содержанием и заключением;
- заключительный – оформление реферата в виде презентации;
- выступление с докладом на занятии в виде конференции

1) Выбор темы реферата

Работа над докладом начинается с выбора темы исследования. Заинтересованность автора в проблеме определяет качество проводимого исследования и соответственно успешность его защиты. Выбирая круг вопросов своей работы, не стоит спешить воспользоваться списком тем, предложенным преподавателем. Надо попытаться сформулировать проблему своего исследования самостоятельно.

При определении темы реферата нужно учитывать и его информационную обеспеченность. С этой целью, во-первых, можно обратиться к библиотечным каталогам, библиотечным информационным системам, а во-вторых, проконсультироваться с преподавателем и библиотекарем.

Если возникнет необходимость ознакомиться не только с литературой, имеющейся в библиотеке, но и вообще с научными публикациями по определенному вопросу, можно воспользоваться библиографическими указателями. С согласия библиотеки нужные книги и журналы можно выписать по специальному межбиблиотечному абонементу из любой другой библиотеки. Полезно также знать, что ежегодно в последнем номере научного журнала публикуется указатель статей, помещенных в этом журнале за год. Отбрав последние номера журнала за несколько лет, можно разыскать по указателям, а затем найти в соответствующих номерах все статьи по той или иной теме, опубликованные в журнале за эти годы.

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- ✓ титульный лист;
- ✓ содержание;
- ✓ введение;
- ✓ содержание (главы и параграфы);
- ✓ заключение;
- ✓ приложения (если есть);
- ✓ список использованной литературы.

2) Формулирование цели и задач

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план.

Цель – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Целеполагание характерно только для человеческой деятельности. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно надо думать над составлением плана: необходимо четко соотносить цель и план работы.

Можно предложить два варианта формулирования цели:

1. Формулирование цели при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т.д.

2. Формулирование цели с помощью вопросов.

Цель разбивается на задачи – ступеньки в достижении цели.

3) Работа над планом

Работу над планом необходимо начать еще на этапе изучения литературы. **План – это точный и краткий перечень положений в том порядке, как они будут расположены в докладе, этапы раскрытия темы.** Черновой набросок плана будет в ходе работы дополняться и изменяться. Существует два основных типа плана: простой и сложный (развернутый). В простом плане содержание делится на параграфы, а в сложном на главы и параграфы. Но как построить грамотно план? Конкретного рецепта здесь не существует, большую роль играет то, как предполагается расставить акценты, как сформулирована тема и цель работы. При описании, например, исторического события можно остановиться на стандартной схеме: причины события, этапы и ход события, итоги и значения исторического события.

При работе над планом необходимо помнить, что формулировка пунктов плана не должна повторять формулировку темы (часть не может равняться целому).

4) Работа над введением

Введение – одна из составных и важных частей реферата. При работе над введением необходимо опираться на навыки, приобретенные при написании изложений и сочинений. В объеме реферата введение, как правило, составляет 1-2 машинописные страницы. Введение обычно содержит вступление, обоснование актуальности выбранной темы, формулировку цели и задач, краткий обзор литературы и источников по проблеме, историю вопроса и вывод.

Вступление – это 1-2 абзаца, необходимые для начала. Желательно, чтобы вступление было ярким, интригующим, проблемным, а, возможно, тема реферата потребует того, чтобы начать, например, с изложения какого-то определения, типа «политические отношения – это...».

Обоснование актуальности выбранной темы - это, прежде всего, ответ на вопрос: «почему я выбрал(а) эту тему, чем она меня заинтересовала?». Можно и нужно связать тему реферата с современностью.

Краткий обзор литературы и источников по проблеме – в этой части работы над введением необходимо охарактеризовать основные источники и литературу, с которой автор работал, оценить ее полезность, доступность, высказать отношение к этим книгам.

История вопроса – это краткое освещение того круга представлений, которые сложились в науке по данной проблеме и стали автору известны. **Вывод** – это обобщение, которое необходимо делать при завершении работы над введением.

5) Требования к содержанию реферата

Содержание реферата должно соответствовать теме, полно ее раскрывать. Все рассуждения нужно аргументировать. Реферат показывает личное отношение автора к излагаемому. Следует стремиться к тому, чтобы изложение было ясным, простым, точным и при этом выразительным

6) Работа над заключением

Заключение – самостоятельная часть реферата. Оно не должно быть переложением содержания работы. Заключение должно содержать:

- основные выводы в сжатой форме;
- оценку полноты и глубины решения тех вопросов, которые вставали в процессе изучения темы.

Объем 1-2 машинописных или компьютерных листа формата А4.

7) Правила оформления библиографических списков

Список литературы оформляют в соответствии с ГОСТ – 7.1-2003.

Общие требования, предъявляемые к подготовке презентации

Требования к содержанию мультимедийной презентации:

- соответствие содержания презентации поставленным дидактическим целям и задачам;
- соблюдение принятых правил орфографии, пунктуации, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации;
- лаконичность текста на слайде;
- завершенность (содержание каждой части текстовой информации логически завершено);
- объединение семантически связанных информационных элементов в целостно воспринимающиеся группы;
- сжатость и краткость изложения, максимальная информативность текста;
- расположение информации на слайде (предпочтительно горизонтальное расположение информации, сверху вниз по главной диагонали; наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана; если на слайде картинка, надпись должна располагаться под ней; желательно форматировать текст по ширине; не допускать «рваных» краев текста);
- наличие не более одного логического ударения: краснота, яркость, обводка, мигание, движение;
- информация подана привлекательно, оригинально, обращает на себя внимание обучающихся.

Требования к тексту:

- читаемость текста на фоне слайда презентации (текст отчетливо виден на фоне слайда, использование контрастных цветов для фона и текста);
- кегль шрифта соответствует возрастным особенностям учащихся и должен быть не менее 16 пунктов;
- отношение толщины основных штрихов шрифта к их высоте ориентировочно составляет 1:5; наиболее удобочитаемое отношение размера шрифта к промежуткам между буквами: от 1:0,375 до 1:0,75;
- использование шрифтов без засечек (их легче читать) и не более 3 вариантов шрифта;
- длина строки не более 36 знаков;
- расстояние между строками внутри абзаца – 1,5, а между абзацев – 2 интервала;
- подчеркивание используется лишь в гиперссылках.

Требования к дизайну:

- использование единого стиля оформления;

- соответствие стиля оформления презентации (графического, звукового, анимационного) содержанию презентации;
- использование для фона слайда психологически комфортного тона;
- фон должен являться элементом заднего (второго) плана: выделять, оттенять, подчеркивать информацию, находящуюся на слайде, но не заслонять ее;
- использование не более трех цветов на одном слайде (один для фона, второй для заголовков, третий для текста);
- соответствие шаблона представляемой теме (в некоторых случаях может быть нейтральным);
- целесообразность использования анимационных эффектов.

Форма титульного листа презентации представлена в приложении 1. Шаблон оформления презентации размещен в методическом кабинете обучающегося.

7.1.1. ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

При аттестации бакалавров по итогам его работы над рефератом, руководителем используются критерии оценки качества **процесса подготовки реферата**, критерии оценки **содержания реферата**, критерии оценки **оформления реферата**, критерии оценки **участия студента в контрольно-оценочном мероприятии**.

1. Критерии оценки содержания реферата:

- степень раскрытия темы;
- самостоятельность и качество анализа теоретических положений;
- глубина проработки, обоснованность методологической и методической программы исследования;
- качество анализа объекта и предмета исследования;
- проработка литературы при написании реферата.

2 Критерии оценки оформления реферата:

- логика и стиль изложения;
- структура и содержание введения и заключения;
- объем и качество выполнения иллюстративного материала;
- качество ссылок;
- качество списка литературы;
- общий уровень грамотности изложения.

3. Критерии оценки качества подготовки реферата:

- способность работать самостоятельно;
- способность творчески и инициативно решать задачи;
- способность рационально планировать этапы и время выполнения реферата, диагностировать и анализировать причины появления проблем при выполнении реферата, находить оптимальные способы их решения;
- дисциплинированность, соблюдение плана, графика подготовки диссертации;
- способность вести дискуссию, выстраивать аргументацию с использованием результатов исследований, демонстрация широты кругозора;

4. Критерии оценки участия бакалавра в контрольно-оценочном мероприятии:

- способность и умение публичного выступления с докладом;
- способность грамотно отвечать на вопросы;

Критерии оценки реферата:

«Зачтено» выставляется обучающемуся, если приведённые выше критерии дают положительные оценки по выполненному реферату.

«Не зачтено» выставляется, если хотя бы один из этих критериев не оценивает положительно данный реферат.

Оценка по реферату расписывается преподавателем в оценочном листе. (Приложение 3 в ФОС)

7.2. Рекомендации по самостоятельному изучению тем

ВОПРОСЫ для самостоятельного изучения

Номер раздела дисциплины	Тема в составе раздела/ вопрос в составе темы раздела, вынесенные на самостоятельное изучение	Расчетная трудоемкость, час.	Форма текущего контроля по теме
1	2	3	4
Очная форма обучения			
1	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса. Тема 1.3. Строение, состав и свойства соединительной, костной и хрящевой тканей мяса Строение, состав и классификация кости. Направления промышленного использования	3	Устный опрос
1	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса Тема 1.4. Строение, состав и свойства покровной ткани и ее производных Направления промышленного использования	3	Устный опрос
1	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса Тема 1.5. Состав и свойства крови Пищевая ценность крови и ее фракций. .2. Пути промышленного использования	3	
4	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов. Тема 4.4 Изменения мясопродуктов при копчении . Сущность биохимических и структурных изменений, происходящих при холодном копчении, их влияние на качество сырокопченых мясопродуктов. Понятие о копильных препаратах. ..	3	
4	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов Тема 4.4 Влияние сушки на свойства мясных продуктов. Значение ферментативных процессов при формировании качества продуктов при сушке. Влияние сушки на микробиологическую стабильность продуктов. .	3	Устный опрос
Заочная форма обучения			
1	Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса.	16	Устный опрос
2	Раздел 2. Автолитические изменения мяса	10	Устный опрос
3	Раздел 3 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием ферментов микроорганизмов.	5	
4	Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов	15	
Примечание: Учебная, учебно-методическая литература и иные библиотечно-информационные ресурсы и средства обеспечения самостоятельного изучения тем – см. Приложения 1, 2, 3, 4.			

Общий алгоритм самостоятельного изучения темы

1) Ознакомиться с рекомендованной учебной литературой и электронными ресурсами по теме (ориентируясь на вопросы для самоконтроля).
2) На этой основе составить развёрнутый план изложения темы
3) Выбрать форму отчетности конспектов(план – конспект, текстуальный конспект, свободный конспект, конспект – схема)
2) Оформить отчётный материал в установленной форме в соответствии методическими рекомендациями
3) Провести самоконтроль освоения темы по вопросам, выданным преподавателем
4) Предоставить отчётный материал преподавателю по согласованию с ведущим преподавателем
5) Подготовиться к предусмотренному контрольно-оценочному мероприятию по результатам самостоятельного изучения темы
6) Принять участие в указанном мероприятии, пройти рубежное тестирование по разделу на аудиторном занятии и заключительное тестирование в установленное для внеаудиторной работы время

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ самостоятельного изучения темы

- «зачтено» выставляется студенту, если он ясно, четко, логично и грамотно излагает тему: дает определение основным понятиям с позиции разных авторов, приводит практические примеры по изучаемой теме, четко излагает выводы;

- «не зачтено» выставляется студенту, если он не соблюдает требуемую форму изложения, не выделяет основные понятия и не представляет практические примеры.

8. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы обучающегося

8.1 Тестовые вопросы для входного контроля

Входной контроль остаточных знаний по предшествующим дисциплинам

Входной контроль остаточных знаний по предшествующим дисциплинам с целью выявления реальной готовности бакалавров к освоению данной дисциплины за счет знаний, умений и компетенций, сформированных на предшествующих дисциплинах. Входной контроль разрабатывается при подготовке рабочей программы учебной дисциплины. Входной контроль проводится в форме тестирования

1. Моносахариды – это многоатомные:

- 1) альдегидо- или кетонспирты;
- 2) альдегидо- или кислотоспирты;
- 3) альдегидо- или аминспирты;
- 4) кетон- или аминспирты.

2. . Функциональные группы в молекуле глюкозы – это:

- 1) альдегидная и спиртовые оксигруппы;
- 2) карбокси- и спиртовые оксигруппы;
- 3) кето- и спиртовые оксигруппы;
- 4) альдегидная и кетонгруппы.

3. Циклическая форма глюкозы называется:

- 1) гептанозной;
- 2) тетранозой;
- 3) триозной;
- 4) пиранозной.

4. Пиранозный цикл глюкозы имеет конфигурацию:

- 1) кресла;
- 2) ванны;
- 3) линейную;
- 4) цис.

5. Укажите правильную пару изомеров:

- 1) глюкоза – мальтоза;
- 2) глюкоза – сахароза;
- 3) глюкоза – манноза;
- 4) глюкоза – лактоза.

6. Глюкоза образует О – гликозиды при взаимодействии с:

- 1) альдегидами;
- 2) кислотами;
- 3) спиртами;
- 4) аминами.

7. Алкилирование моносахаридов проводят с помощью:

- 1) галогеналканов;
- 2) галогенангидридов;
- 3) свободных радикалов;
- 4) карбоновых кислот.

8. Функциональные группы в молекуле фруктозы:

- 1) альдегидная;
- 2) карбокси- и окси-группы;
- 3) оксо- и окси-группы;
- 4) альдегидная и карбоксильная группы.

9. Фруктозу отличают от глюкозы с помощью реакции:

- 1) Кучерова;
- 2) Селиванова;
- 3) Фелинга;
- 4) Дюма.

10. К дисахаридам относятся:

- 1) глюкоза, галактоза;
- 2) сахароза, лактоза;
- 3) фруктоза; манноза;
- 4) крахмал, лактоза.

11. К невосстанавливающим дисахаридам относится:

- 1) лактоза;
- 2) мальтоза;
- 3) целобиоза;
- 4) сахароза.

12. При гидролизе сахарозы образуются:

- 1) лактоза и галактоза;
- 2) глюкоза и фруктоза;
- 3) мальтоза и фруктоза;
- 4) лактоза и глюкоза.

13. Лактоза – это дисахарид, который состоит из остатков:

- 1) α - маннозы и β – глюкозы;
- 2) β – галактозы и α - глюкозы;
- 3) α - глюкозы и β – фруктозы;
- 4) α - маннозы и β - галактозы.

14. Лактоза может восстанавливать:

- 1) Fe^{+3} и Cu^{+2} ;
- 2) Cu^{+2} и Ag^{+1} ;
- 3) Fe^{+3} и Al^{+3} ;
- 4) Cu^{+1} и Cl^{+1} .

15. Тип связи между моносахаридными остатками в мальтозе:

- 1) α - 1,2 – гликозидный;
- 2) α - 1,4 – гликозидный;
- 3) β – 1,4 – галактозидный;
- 4) α - 1,6 – гликозидный.

16. α - 1,4 – гликозидная связь в мальтозе имеет:

- 1) линейную конфигурацию;
- 2) находится в плоскости;
- 3) угловую конфигурацию;
- 4) циклическую конфигурацию.

17. Мальтоза – это восстанавливающий сахар, потому что в ее молекуле есть:

- 1) ионная связь;
- 2) пиранозный цикл;
- 3) полуацетальный гидроксил;
- 4) спиртовой гидроксил.

18. Мальтоза это промежуточное соединение при гидролизе:

- 1) гиалуроновой кислоты;
- 2) декстранов;
- 3) крахмала;
- 4) лактозы.

19. Крахмал – это гомополисахарид, который состоит из остатков:

- 1) α - маннозы;
- 2) α - глюкозы;
- 3) β – фруктозы;
- 4) β – глюкозы.

20. Тип связи между моносахаридными остатками в амилозе:

- 1) α - 1,2 – гликозидный;
- 2) α - 1,4 – гликозидный;
- 3) β – 1,4 – галактозидный;
- 4) α - 1,6 – гликозидный.

21. Вторичная структура амилозы – это:

- 1) спираль;
- 2) глобула;
- 3) разветвленная цепь;
- 4) пучок полигликозидных цепей.

22. Тип связи между моносахаридными остатками в амилопектине:

- 1) α - 1,2 – гликозидная связь в точках разветвления;
- 2) α - 1,4 – гликозидная связь в основной цепи;
- 3) α - 1,4 – в основной цепи и α - 1,6 – гликозидная связь в точках разветвления;
- 4) α - 1,4 – в основной цепи и α - 1,2 – гликозидная связь в точках разветвления.

23. Целлюлоза (клетчатка) – это гомополисахарид, который состоит из остатков:

- 1) α - маннозы;
- 2) α - глюкозы;
- 3) β – глюкозы;
- 4) β – маннозы.

24. Первичная структура целлюлозы – это:

- 1) спираль;
- 2) линейная полигликозидная цепь;
- 3) разветвленная полигликозидная цепь;
- 4) глобула.

25. Клетчатка, которая содержится в хлебе, крупах, фруктах, овощах называется:

- 1) синтетическими волокнами;
- 2) искусственными волокнами;
- 3) пищевыми волокнами;

4) природными волокнами.

Аминокислоты. Пептиды и белки

1. Для аминокислот характерны такие виды изомерии:

- 1) лактим-лактазная;
- 2) цис-транс;
- 3) структурная, энантиометрия;
- 4) кето-энольная.

2. Аминокислоты проявляют:

- 1) только кислотные свойства;
- 2) амфотерные свойства;
- 3) только основные свойства;
- 4) только окислительные свойства.

3. Изoeлектрическое состояние аминокислот – это существование их в виде:

- 1) аниона;
- 2) биполярного иона;
- 3) катиона;
- 4) карбкатиона.

4. Все аминокислоты дают фиолетовое окрашивание с:

- 1) бромной водой;
- 2) нингидрином;
- 3) феррум (III) хлоридом;
- 4) аргентум нитратом.

5. В результате окислительного дезаминирования аминокислот в организме человека происходят превращения:

- 1) валин → уксусная кислота;
- 2) аланин → пировиноградная кислота;
- 3) аспарагиновая → масляная кислота;
- 4) оксалоацетат → аспартат.

6. Из аминокислоты серина в результате цепочки превращений в организме человека образуется:

- 1) серотонин;
- 2) ацетилхолин;
- 3) гистамин;
- 4) адреналин.

7. Редокс – система в организме человека это аминокислоты:

- 1) α - аланин - β – аланин;
- 2) фенилаланин – тирозин;
- 3) цистеин – цистин;
- 4) тирозин – триптофан.

8. Белки – это высокомолекулярные природные вещества, которые являются конденсатами:

- 1) α - аминокислот;
- 2) мононуклеотидов;
- 3) моносахаридов;
- 4) триглицеридов.

9. Продуктами гидролиза сложных белков могут быть:

- 1) β - и α - аминокислоты;
- 2) α - аминокислоты и моносахариды;
- 3) только α - аминокислоты;
- 4) только моносахариды.

10. Смесь белков разделяют путем:

- 1) экстракции;
- 2) электрофореза;
- 3) выпаривания;
- 4) конденсации.

11. Денатурацию белков вызывают такие факторы:

- 1) радиация, ультрафиолет;
- 2) бромная вода;
- 3) 0,9%-ный раствор NaCl;
- 4) 5% раствор глюкозы.

12. Для пептидной связи характерна:

- 1) цикло – цепная таутомерия;
- 2) цис – транс – изомерия;
- 3) кето – энольная таутомерия;
- 4) энантиомерия.

13. Пептидная связь между аминокислотами образуется:

- 1) карбоксигруппой первой аминокислоты и аминогруппой второй аминокислоты;
- 2) аминогруппой первой аминокислоты и карбоксигруппой второй аминокислоты;
- 3) между карбоксигруппами двух аминокислот;
- 4) между аминогруппами двух аминокислот.

14. Качественная реакция на пептидную связь:

1. 1) ксантопротеиновая;
- 2) нингидриновая;
- 3) биуретовая;
- 4) Фоля.

15. Первичная структура белка стабилизируется:

- 1) ионными связями;
- 2) силами Ван – дер – Вальса;
- 3) пептидными связями;
- 4) водородными связями.

16. Вторичная структура белка стабилизируется:

- 1) ионными связями;
- 2) силами Ван – дер – Вальса;
- 3) пептидными связями;
- 4) водородными связями.

17. Первый белок, структура которого была расшифрована – это:

- 1) инсулин;
- 2) альбумин;
- 3) гемоглобин;
- 4) гаптоглобин.

Жиры

1. Жиры – это эстеры:

- 1) трехатомного спирта глицерина и высших жирных кислот;
- 2) двухатомного спирта гликоля и высших жирных кислот;
- 3) трехатомного спирта глицерина и низших жирных кислот;
- 4) аминокислоты сфингозина и высших жирных кислот.

2. Тип связи в жирах:

- 1) пептидный;
- 2) гликозидный;
- 3) сложноэфирный;
- 4) водородный.

3. Ненасыщенные высшие жирные кислоты в составе жиров имеют:

- 1) транс – конфигурацию;
- 2) L – конфигурацию;
- 3) цис – конфигурацию;
- 4) D – конфигурацию.

4. Продукты щелочного гидролиза жиров это:

- 1) этиленгликоль и высшие жирные кислоты;
- 2) глицерин и высшие жирные кислоты;
- 3) глицерин и соли высших жирных кислот;
- 4) этиленгликоль и соли высших жирных кислот.

5. Йодное число – это:

- 1) количество грамм йода, который присоединяется к 100 г жира;
- 2) количество моль йода, который присоединяется к 100 г жира;
- 3) количество грамм калий йодида, который присоединяется к 100 г йода;
- 4) количество моль калий йодида, который присоединяется к 100 г жира.

6. Чем больше степень ненасыщенности жира, тем:

- 1) меньше его энергетическая ценность;
- 2) больше его энергетическая ценность;
- 3) меньше его йодное число;
- 4) больше его твердость.

7. В результате реакции гидрогенизации жидких жиров получают:

- 1) масло;
- 2) маргарин;
- 3) сливочное масло;
- 4) касторовое масло.

8. Лецитин состоит из остатков:

- 1) ВЖК, глицерина, фосфатной кислоты, холина;
- 2) ВЖК, глицерина, фосфатной кислоты, этаноламина;
- 3) ВЖК, глицерина, фосфатной кислоты, серина;
- 4) ВЖК, глицерина, фосфатной кислоты, цистеина.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

ответов на тестовые вопросы входного контроля

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если получено более 81% правильных ответов.
- оценка «хорошо» - получено от 71 до 80% правильных ответов.
- оценка «удовлетворительно» - получено от 61 до 70% правильных ответов.
- оценка «неудовлетворительно» - получено менее 61% правильных ответов.

8.2. Текущий контроль успеваемости

В течение семестра, проводится текущий контроль успеваемости по дисциплине, к которому студент должен быть подготовлен.

Отсутствие пропусков аудиторных занятий, активная работа на практических занятиях, общее выполнение графика учебной работы являются основанием для получения положительной оценки по текущему контролю.

В качестве текущего контроля может быть использован письменный или устный опрос. Текущий контроль состоит из небольшого количества элементарных вопросов по основным разделам дисциплины: неправильные решения разбираются на следующем занятии; частота опросов определяется преподавателем.

ВОПРОСЫ и ЗАДАЧИ

для самоподготовки к семинарским занятиям

В процессе подготовки к семинарскому занятию студент изучает представленные ниже вопросы по темам. На занятии студент демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного ответа. Представляет реферат. Для усвоения материала по теме занятия обучающийся решает задачи.

Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса

Тема 1.2. Строение, состав и свойства жировой ткани. Морфологический и химический состав.

1. Строение, состав и свойства жировой ткани.
2. Физико-химические свойства жиров.
3. Гидролиз и окисление жиров.
4. Принципы предохранения жиров от порчи.
5. Белки и ферменты ткани.
6. География распространения ткани в туше животных и птицы.
7. Биологическая функция ткани.
8. Пищевая и промышленная ценность.

Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса

Тема 1.3. Строение, состав и свойства со-единительной, костной и хрящевой тканей мяса.

1. Строение, химический состав и свойства костной и хрящевой тканей, их функциональное значение.
2. Белки тканей.
3. Пищевая ценность.
4. Строение, состав и классификация кости.
5. Направления промышленного использования.

Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса

Тема 1.4. Строение, состав и свойства покровной ткани и ее производных

1. Особенности строения, состава и свойств покровной ткани и ее производных.
2. Прижизненные функции.
3. Белковые вещества.
4. Направления промышленного использования

Раздел 1. Тканевой, химический состав и пищевая ценность мяса

Тема 1.5. Состав и свойства крови

1. Морфологический, химический состав и свойства крови.
2. Биологические функции крови.
3. Строение и свойства белков крови.
4. Небелковые компоненты крови.
5. Пищевая ценность крови и ее фракций.
6. Пути промышленного использования.

Раздел 2. Автолитические изменения мяса

1. Понятие об автолизе.
2. Автолитические превращения мышечной ткани.
3. Стадии автолиза.
4. Изменения в углеводной и белковой системах мяса при автолизе.
5. Факторы, влияющие на интенсивность автолитических превращений.
6. Изменение органолептических и технологических свойств мяса в ходе автолиза.
7. Современные представления в ходе автолитических изменений в мясе различных групп качества (NOR, PSE, DFD).
8. Автолитические изменения жировой ткани, крови, их значение

Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясо-продуктов под действием технологических факторов

Тема 4.1. Изменение свойств мяса при холодильной обработке

1. Способы холодильной обработки мяса.
2. Изменение органолептических, физико-химических, технологических свойств мяса, пищевой ценности в ходе автолитических, микробиологических процессов и взаимодействия с окружающей средой при охлаждении и хранении мяса и мясопродуктов в охлажденном виде.
3. Влияние процессов кристаллизации, рекристаллизации влаги и сублимации льда при замораживании и хранении на показатели качества мяса при размораживании.
4. Использование сохраняющих барьеров при холодильной обработке мяса с целью стабилизации его качества.

Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясопродуктов под действием технологических факторов

Тема 4.3 Изменения свойств мяса и мясопродуктов при тепловой обработке

1. Цель и методы тепловой обработки.
2. Изменение белков мяса при тепловой обработке.
3. Денатурация, агрегирование белков, сваривание и гидротермический распад коллагена.

4. Формирование вкуса и аромата продукта при тепловой обработке. 5. Значение реакции меланоидинообразования. 6. Пастеризующий эффект нагрева при умеренных температурах. 7. Изменения витаминов. 8. Понятие о стерилизации. 9. Изменения в мясе при высокотемпературном нагреве. 10. Влияние на микрофлору. 11. Гидролиз высокомолекулярных азотистых соединений, липидов; превращение экстрактивных веществ, витаминов; структурные изменения. 12. Значение процессов, протекающих в мясе при стерилизации, для формирования качества мясопродуктов.
Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясо-продуктов под действием технологических факторов. Тема 4.4 Изменения мясопродуктов при копчении 1. Понятие о копчении. 2. Цель копчения. 3. Изменение органолептических показателей качества мяса при копчении. 4. Бактерицидный и антиокислительный эффект копчения. 5. Сущность биохимических и структурных изменений, происходящих при холодном копчении, их влияние на качество сырокопченых мясопродуктов. 6. Понятие о копильных препаратах.
Раздел 4 Изменение свойств мяса и мясо-продуктов под действием технологических факторов Тема 4.5 Влияние сушки на свойства мясных продуктов. 1. Цель сушки при производстве мясопродуктов. 2. Формирование структуры, окраски, вкусоароматических характеристик мясопродуктов как следствие комплекса взаимосвязанных изменений, происходящих при сушке. 3. Значение ферментативных процессов при формировании качества продуктов при сушке. 4. Влияние сушки на микробиологическую стабильность продуктов.

Шкала и критерии оценивания самоподготовки по темам семинарских занятий

- оценка «зачтено» выставляется, если студент на основе самостоятельного изученного материала смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы в виде конспекта. Владеет методиками при решении практических задач.

- оценка «не зачтено» выставляется, если студент неаккуратно оформил отчетный материал в письменном виде на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Затрудняется решать практические задачи.

ВОПРОСЫ и ЗАДАЧИ для самоподготовки к лабораторным занятиям

Лабораторные занятия включают работы, содержащих элементы исследований. Каждая работа состоит из следующих разделов: цель, содержание работы, приборы и материалы, методы исследования, выполнение работы, оформление и составление отчета. В конце работы приводится список дополнительной литературы и вопросы для самопроверки.

Лабораторные работы выполняются студентами по 3-4 человека.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ СВЕЖЕСТИ МЯСА

Контрольные вопросы:

1. Изменение показателей качества мяса.
2. Классификация мяса по степени свежести.
3. Технологические приемы торможения и предотвращения микробиальной порчи мяса и мясопродуктов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТКАНЕЙ МЯСА ПРИ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ

Контрольные вопросы:

1. Как меняются свойства белков мышечной ткани при тепловой обработке?
2. Как изменяется структура соединительных белков при тепловой обработке?
3. Какие факторы обуславливают размягчение мяса при тепловой обработке?
4. Факторы, обуславливающие переход коллагена в глютин.
5. Какие вещества обуславливают окраску мяса?
6. Почему меняется окраска мяса при тепловой обработке?

7. При каких условиях возникает аномальная (розовая) окраска в мясе после тепловой обработки?

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3
ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ДЕНАТУРАЦИЮ И КОАГУЛЯЦИЮ
БЕЛКОВ МЯСА.**

Контрольные вопросы:

1. Изменение белков мяса при тепловой обработке.
2. Денатурация, агрегирование белков, сваривание и гидротермический распад коллагена.
3. Формирование вкуса и аромата продукта при тепловой обработке.
4. Значение реакции меланоидинообразования.

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЯСА И МЯСОПРОДУКТОВ**

Контрольные вопросы:

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

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТОЯНИЯ ВЛАГИ В МЯСЕ И МЯСОПРОДУКТАХ**

Контрольные вопросы:

1. Органолептические и технологические показатели качества.
2. Факторы, определяющие качество мяса.
3. Роль мяса в питании человека.

**Рекомендации по подготовке студентов к выполнению лабораторных работ,
оформлению и составлению отчета.**

К каждому занятию студент обязан подготовиться теоретически, используя лекционный материал и литературу, список которой приведен в каждой лабораторной работе. Контроль подготовки осуществляет преподаватель перед началом занятий устным опросом. В случае плохой теоретической подготовки преподаватель может не допустить студента к выполнению работы.

К работе в лаборатории допускают студентов после ознакомления их с правилами безопасности: в начале лабораторных занятий – с общими правилами работы в лаборатории; перед каждым занятием – с частными правилами, касающимися выполняемой работы.

После допуска к выполнению лабораторной работы студенты получают необходимые приборы и материалы, раздаточный материал (методические указания по методам исследования). Работая в лаборатории, необходимо быть внимательным при выполнении анализов, все операции проводить в рабочем халате. Выполненную работу студент оформляет в тетради в виде отчета, где указывают: цель, содержание, ход работы, приборы и материалы, полученные результаты в виде таблиц, графиков и др., обоснование полученных результатов, выводы по работе.

Студент защищает отчет в форме собеседования с преподавателем, после чего в отчете ставится подпись преподавателя. Рабочее место студенты сдают лаборанту кафедры.

9. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу

9.1 Нормативная база проведения промежуточной аттестации студентов по результатам изучения дисциплины:	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
9.2. Основные характеристики промежуточной аттестации студентов по итогам изучения дисциплины	
Цель промежуточной аттестации -	установление уровня достижения каждым студентом целей и задач обучения по данной дисциплине, изложенным в п.2.2 настоящей программы
Форма промежуточной аттестации -	зачет
Место процедуры получения зачёта в графике учебного процесса	1) участие студента в процедуре получения зачёта осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины
	2) процедура проводится в рамках ВАРС, на последней неделе семестра
Основные условия получения студентом зачёта:	1) студент выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине; 2) прошёл заключительное тестирование
Процедура получения зачёта -	Представлены в Фонде оценочных средств по данной учебной дисциплине (см. – Приложение 9)
Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков:	

Плановая процедура получения зачёта:

- 1) Студент предъявляет преподавателю совокупность выполненных в течение периода обучения письменных работ.
- 2) Преподаватель просматривает представленные материалы и записи в журнале учёта посещаемости и успеваемости студентов (выставленные ранее студенту дифференцированные оценки по итогам входного контроля и практических и лабораторных занятий)
- 3) Преподаватель выставляет «зачтено» в экзаменационную ведомость и в зачётную книжку студента

9.3. Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины

Тестирование осуществляется по всем темам и разделам дисциплины, включая темы, выносимые на самостоятельное изучение.

Процедура тестирования ограничена во времени и предполагает максимальное сосредоточение студента на выполнении теста, содержащего несколько тестовых заданий.

Уважаемые студенты!

Прежде чем приступить к выполнению заданий внимательно ознакомьтесь с инструкцией:

1. Отвечая на вопрос с выбором правильного ответа, правильный, на ваш взгляд, ответ (ответы) обведите в кружок.
2. В заданиях открытой формы впишите ответ в пропуск.
3. В заданиях на соответствие заполните таблицу.
4. В заданиях на правильную последовательность впишите порядковый номер в квадрат.

4. Время на выполнение теста – 30 минут

5. За каждый верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.

Максимальное количество полученных баллов 30.

Желаем удачи!

Тестирование проводится в письменной форме (на бумажном носителе). Тест включает в себя 30 вопросов. Время, отводимое на выполнение теста - 30 минут. В каждый вариант теста включаются вопросы в следующем соотношении: закрытые (одиночный выбор) – 25-30%, закрытые (множественный выбор) – 25-30%, открытые – 25-30%, на упорядочение и соответствие – 5-10%

На тестирование выносятся по 10 вопросов из каждого раздела дисциплины.
- оценка «неудовлетворительно» - получено менее 61% правильных ответов.

Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины

По итогам изучения дисциплины, студенты проходят заключительное тестирование. Тестирование является формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин.

Образец

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Тестирование по итогам освоения дисциплины

Б1.В.ДВ.05.02 Физико-химические и биохимические основы производства мясных продуктов для обучающихся 19.03.03 Продукты питания животного происхождения

ФИО _____ группа _____

Дата _____

1. При денатурации происходит нарушение следующих структур белков:

- а) первичной,
- б) вторичной.
- в) третичной,
- г) четвертичной,
- д) вторичной и третичной.

2. Изoeлектрическое осаждение белка можно осуществить путем добавления к раствору кислого белка:

- а) соли,
- б) кислоты.
- в) щелочи,
- г) буферного раствора ($pH > 7$), д) соды.

3. Электроогушение приводит к повышению содержания в мясе:

- а) актина,
- б) миозина.
- в) актомиозина,
- г) миоглобина,
- д) миогена.

4. Длина мышечного волокна составляет:

- а) 0,5 мм-1 см
- б) 1,5 см-3 см
- в) 3 см-6 см
- г) 6 см-10 см
- д) 10 см и больше

5. Поверхность мышечного волокна окружена:

- а) фасцией,
- б) сарколеммой,
- в) перимизий.
- г) эпимизий.
- д) эндомизий.

6. Содержание белковых веществ в мышечной ткани составляет (%):

- а) 12-16.
- б) 18-22.
- в) 14-16.
- г) 22-24.
- д) 24-28.

7. Содержание углеводов в мышечной ткани составляет (%):

- а) 1,4-1,6,
- б) 0,5-0,7.
- в) 1,0-1,5.
- г) 0,7-1,4.
- д) 1,2-1,6.

8. Содержание экстрактивных веществ в мышечной ткани составляет (%)

- а) 1,0-1,7,
- б) 0,7-1,4.
- в) 1,4-1,6,
- г) 0,8-1,0,
- д) 1,2-1,6.

9. Среднее содержание азота белков мышечной ткани составляет (%):

- а) 16-18,

- б) 14-16,
- в) 18-20. г) 18-22.
- д) 22-24.

10. К глобулярным белкам относят:

- а) кератин,
- б) миозин,
- в) миоген,
- г) миозин,
- д) миоальбумин.

11. К глобулярным белкам относят:

- а) миоглобин,
- б) фибриноген,
- в) миозин,
- г) миоген,
- д) фибрин.

12. Белки саркоплазмы:

- а) актомиозин.
- б) миоген,
- в) миоальбумин,
- г) тропомиозин,
- д) актин.

13. Белки соединительной ткани:

- а) глобулин
- б) эластин.
- в) фибрин,
- г) коллаген.
- д) желатин.
- е) миоглобин.

14. Жиры представляют собой смесь следующих веществ:

- а) триглицеридов,
- б) жирных кислот,
- в) стероидов.
- г) стероидов и фосфолипидов.
- д) фосфолипидов и стероидов

15. Степень вязкости растворов актомиозина зависит в первую очередь от соотношения в них:

- а) актина
- б) миозина,
- в) ионов Са и Mg,
- г) актина миозина.

16. Липиды мышечной ткани являются:

- а) пластическим материалом,
- б) связующим материалом.
- в) растворителями.
- г) энергетическим материалом.
- д) водосвязывающими веществами.

17. В процессах сокращения расслабления миофибрилл участвуют ионы:

- а) калия
- б) железа
- в) натрия
- г) магния

18. Впервые 12-24 часа после убоя животного в мышечной ткани происходит:

- а) снижение количества гликогена
- б) повышение количества гликогена
- в) повышение количества молочной кислоты
- г) снижение количества молочной кислоты
- д) повышение значения pH среды
- е) понижение значения pH среды

19. Реакция среды крови (pH):

- а) кислая б) слабокислая
- в) щелочная
- г) слабощелочная
- д) нейтральная

20. Для отделения форменных элементов от плазмы крови используют:

- а) отстаивание.
- б) высаливание,
- в) сепарирование.
- г) центрифугирование.
- д) нагревание.

21. Укажите полноценные белки крови:

- а) сывороточный альбумин.
- б) глобулины плазмы.
- в) фибриноген.

22. Цвет плазмы крови крупного рогатого скота:

- а) красный,
- б) желтый.
- в) красно-желтый
- г) бесцветный

23. Цвет плазмы крови свиней:

- а) красный.
- б) желтый,
- в) светло-желтый.
- г) розовый

24. Укажите стабилизаторы крови:

- а) хлористый натрий.
- б) оксалат натрия.
- в) хлористый кальций,
- г) сульфат меди.
- д) желатин.

25. Гемолиз крови можно предотвратить путем:

- а) разбавления водой,
- б) отстаивания.
- в) перемешивания.
- г) сепарирования.
- д) замораживания.

26. Сухой светлый альбумин - это:

- а) плазма. б) сыворотка,
- в) фибрин.
- г) кровь,
- д) гемоглобин.

27. Коллаген характеризуется отсутствием в нем

- а) лейцина.
- б) триптофана,
- в) метионина.
- г) цистина

28. Коллаген нерастворим в:

- а) холодной воде.
- б) горячей воде.
- в) органических растворителях,
- г) слабых растворах кислот.

29. Расположите белки в порядке возрастания набухаемости:

- 1 а) эластин.
- 5 б) миозин.
- 4 в) коллаген,
- 2 г) ретикулин,
- 3 д) кератин.

30. Способность коллагена к набуханию резко увеличивается при смещении pH:

- а) в кислую сторону от И.Э.Т.
- б) в щелочную сторону от И.Э.Т.
- в) в нейтральную сторону от И.Э.Т.

31. Эластин характеризуется отсутствием в нем:

- а) лизина.
- б) треонина.
- в) оксипролина.
- г) триптофана.
- д) метионина.

32. При производстве желатина сырье обрабатывают кислотой:

- а) серной.
- б) молочной,
- в) соляной,
- г) фосфорной.
- д) надсерной.

33. Жировая ткань является разновидностью:

- а) рыхлой,
- б) костной,
- в) мышечной,
- г) соединительной.

34. Автолитическое расщепление жиров прекращается при достижении в них температуры
- а) 50.
 - б) 60.
 - в) 70.
 - г) 80.
 - д) 90,
 - е) 100.
35. Прогоркание обусловлено, главным образом, накоплением:
- а) высокомолекулярных спиртов,
 - б) низкомолекулярных спиртов.
 - в) альдегидов.
 - г) кетонов.
 - д) низкомолекулярных кислот.
36. При осаливании, преимущественно, образуются:
- а) оксикислоты.
 - б) альдегиды,
 - в) кетоны,
 - г) высокомолекулярные жирные кислоты.
 - д) глицерин.
37. Расположить в порядке возрастания эмульгирующей способности мышечных белков:
- актомиозин миозин актин саркоплазматические белки.
38. Вставьте пропущенное слово или слова:
1. Белок гемоглобин хорошо реагирует с веществами.
 2. Белок является специфическим белком соединительной ткани.
 3. Глубину гидролитической порчи жира устанавливают по числу.
 4. В костной ткани высокое содержание солей в воде.
 5. При измельчении мяса степень денатурации его белков.
39. Белок крови гемоглобин имеет:
- а) высокие пищевые свойства
 - б) низкие пищевые свойства
 - в) способность к набуханию
 - г) способность к студнеобразованию
40. Основным белком покровной ткани является:
- а) миоглобин
 - б) фибриноген
 - в) кератин
 - г) коллаген
41. Окислительную порчу жиров вызывают следующие факторы:
- а) наличие кислорода воздуха
 - б) наличие ферментов
 - в) замораживание
 - г) применение консервантов
42. Наибольшие потери белков мяса при посоле наблюдаются при:
- а) высокой концентрации рассолов
 - б) низкой концентрации рассолов
 - в) средней концентрации рассолов
 - г) посоле сырья в кусках
43. Окраска желтка яиц зависит от содержания в них:
- а) белков
 - б) липидов
 - в) пигментов
 - г) витаминов
44. Вставьте пропущенное слово или слова:
1. В производстве колбас используется кровь, стабилизированная солью.
 2. Изменения с белком фибриногеном происходят при крови.
 3. Белок коллаген является специфическим белком ткани.

4. В результате окислительной порчи в жирах накапливаются
5. В результате белков соединительной ткани мясо размягчается.
6. Изменение экстрактивных веществ вареного мяса формируют его и
45. Факторы, вызывающие гемолиз крови:
- а) нагревание
 - б) разбавление водой
 - в) стабилизация
 - г) сепарирование
46. Основным белком покровной ткани является:
- а) миоглобин
 - б) фибриноген
 - в) кератин
 - г) коллаген
47. Основные изменения белков при тепловой обработке мяса это их:
- а) гидролиз
 - б) автолиз
 - в) денатурация
 - г) растворение
48. Специфический аромат и вкус, возникающий при обработке дымом изделий из мяса, является результатом накопления различных веществ:
- а) карбонильных соединений
 - б) поваренной соли
 - в) нитритов
 - г) фосфатов
49. Вставьте пропущенное слово или слова:
1. Белок крови фибриноген имеет пищевые свойства.
2. Поваренную соль используют для стабилизации крови, применяемой в производстве
3. Жиры – это самая составная часть мяса.
4. Первичные продукты окислительной порчи органолептические показатели жиров.
5. В результате копчения мясо максимально обезвоживается.
50. Составная часть крови, участвующая в процессе её свёртывания:
- а) гемоглобин
 - б) фибриноген
 - в) миоглобин
 - г) коллаген
51. Переход гемоглобина в плазму называется:
- а) автолизом
 - б) лизисом
 - в) гемолизом
 - г) анабиозом
52. Составная часть мяса, которая быстрее других подвергается порче:
- а) жировая ткань
 - б) соединительная ткань
 - в) мышечная ткань
 - г) нервная ткань
53. Белковое вещество, получаемое из коллагенсодержащего сырья, состоящее почти полностью из глютина, обладающее большой желеобразующей способностью, называется:
- а) клеем
 - б) желатином
 - в) гелем
 - г) золем

54. Мясо холодного копчения приобретает:

- а) красную окраску
- б) коричневую окраску
- в) вишневую окраску
- г) розовую окраску

9.4 Шкала и критерии оценивания

ответов на тестовые вопросы тестирования по итогам освоения дисциплины

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если получено более 81% правильных ответов.
- оценка «хорошо» - получено от 71 до 80% правильных ответов.
- оценка «удовлетворительно» - получено от 61 до 70% правильных ответов.
- оценка «неудовлетворительно» - получено менее 61% правильных ответов.

10. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине

В соответствии с действующими государственными требованиями для реализации учебного процесса по дисциплине обеспечивающей кафедрой разрабатывается и постоянно совершенствуется учебно-методический комплекс (УМКД), соответствующий данной рабочей программе и прилагаемый к ней. При разработке УМКД кафедра руководствуется установленными университетом требованиями к его структуре, содержанию и оформлению. В состав УМКД входят перечисленные ниже и другие источники учебной и учебно-методической информации, средства наглядности.

Электронная версия актуального УМКД, адаптированная для обучающихся, выставляется в информационно-образовательной среде университета.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(обязательное)

ПЕРЕЧЕНЬ литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины Б1.В.ДВ.05.02 Физико-химические и биохимические основы производства мясных продуктов	
Автор, наименование, выходные данные	Доступ
1	2
Вопросы питания : научно-практический журнал - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 1932 -	НСХБ
Биохимия : учебное пособие / В. Е. Высокогорский, Т. Д. Воронова, О. Н. Лазарева [и др.]. — Омск : Омский ГАУ, 2016 — Часть 1 — 2016. — 119 с. — ISBN 978-5-89764-579-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159627 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	http://e.lanbook.com
Высокогорский, В. Е. Биохимия : учебное пособие / В. Е. Высокогорский, Т. Д. Воронова, О. Н. Лазарева. — Омск : Омский ГАУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2015. — 157 с. — ISBN 978-5-89764-511-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/90740 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	http://e.lanbook.com
Конева, И. В. Физико-химические методы исследования [Текст] : учебное пособие / И. В. Конева, Н. А. Пономарева, В. В. Мугак ; Ом. гос. аграр. ун-т. - Омск : Изд-во ОмГАУ, 2014. - 123, [1] с.	НСХБ
Кругляков, П. М. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие для вузов. — Москва : Высшая школа, 2007. - 317 с.	НСХБ
Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования : учебник / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1320-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168467 (дата обращения: 01.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	http://e.lanbook.com
Ли, Г. Т. Технология мяса и мясопродуктов с основами животноводства и экспертизы качества: учебное пособие в 5 частях.: Часть V. Тестовые материалы [Электронный ресурс] / Ли Г.Т. - Москва :ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 138 с. - ISBN 978-5-16-105357-7. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/720403 . — Режим доступа: по подписке.	http://znanium.com
Переработка молока : отраслевой журнал – Москва : Отраслевые ведомости, 2000 - .	НСХБ
Пищевая промышленность : научно-производственный журнал - Москва : Пищевая пром-сть, 1930 - .	НСХБ
Позняковский, В. М. Экспертиза мяса и мясопродуктов. Качество и безопасность : учеб. -справ. пособие / В. М. Позняковский. - 4-е изд. , испр. и доп. - Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. - 528 с. (Экспертиза пищевых продуктов и продовольственного сырья) - ISBN 978-5-379-00140-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785379001407.html . - Режим доступа : по подписке.	http://www.studentlibrary.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

(обязательное)

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» И ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ УНИВЕРСИТЕТА, необходимых для освоения дисциплины

1. Удаленные электронные сетевые учебные ресурсы временного доступа, сформированные на основании прямых договоров с правообладателями (электронные библиотечные системы - ЭБС), информационные справочные системы	
Наименование	Доступ
Электронно-библиотечная система «Издательства Лань»	http://e.lanbook.com
Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM	www.znanium.com
«Консультант студента». Электронная библиотека технического ВУЗа	http://www.studentlibrary.ru
Справочная правовая система КонсультантПлюс	Локальная сеть университета
2. Электронные сетевые учебные ресурсы открытого доступа:	
Профессиональные базы данных	https://clck.ru/MC8Aq

. ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Форма титульного листа реферата

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Омский государственный аграрный университет
имени П.А. Столыпина»

Агротехнологический факультет
Кафедра продуктов питания и пищевой биотехнологии

19.03.03 Продукты питания животного происхождения

Реферат
по дисциплине

на тему: _____

Выполнил(а): ст. _____ группы

ФИО _____

Проверил(а): *уч. степень, должность*

ФИО _____

Омск – _____ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Результаты проверки реферата					
№ п/п	Оцениваемая компонента реферата и/или работы над ним	Оценочное заключение преподавателя по данной компоненте			
		Она сформирована на уровне			
		высоком	среднем	минимально приемлемом	ниже приемлемого
1	Соблюдение срока сдачи работы				
2	Оценка содержания рефе- рата				
3	Оценка оформления рефе- рата				
4	Оценка качества подготов- ки реферата				
5	Оценка выступления с док- ладом и ответов на вопро- сы				
6	Степень самостоятельности студента при подготов- ке реферата				

Общие выводы и замечания по реферату

Реферат принят с оценкой:	_____	_____
	(оценка)	(дата)
Ведущий преподаватель дисциплины	_____	_____
	(подпись)	И.О. Фамилия
Студент	_____	_____
	(подпись)	И.О. Фамилия